

# A Influência da Litologia na Intensidade Sísmica: Um estudo com alunos do 7º ano de escolaridade

**Micaela Gomes Prior**

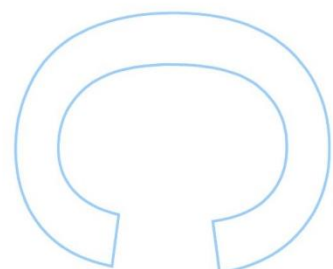
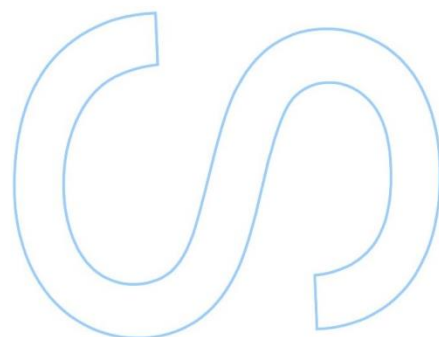
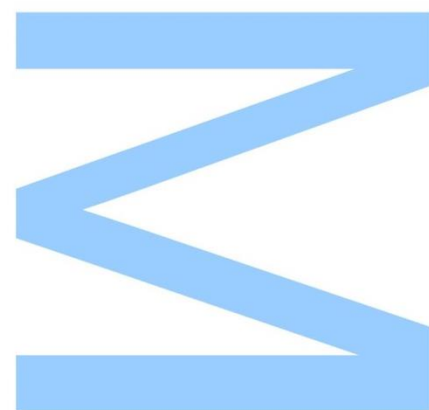
Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário  
Departamento de Biologia e Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território  
2016

**Orientador**

Doutora Clara Vasconcelos, Professora Auxiliar c/agregação, Faculdade de Ciências

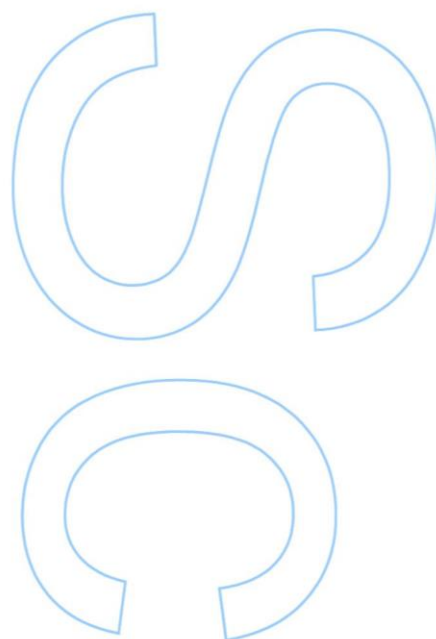
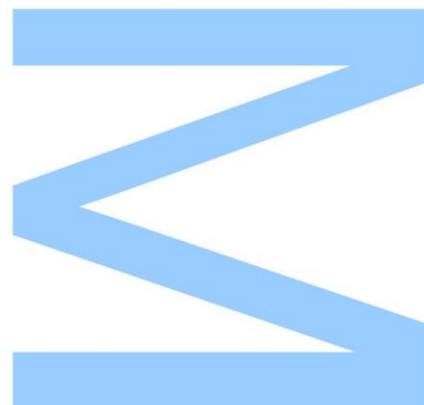
**Coorientador**

Doutor Luís Calafate, Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências



Todas as correções determinadas  
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.  
O Presidente do Júri,

Porto, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_



# *Agradecimentos*

No culminar de dois anos de trabalho arduo mas precioso, é o momento de deixar um agradecimento às pessoas que se mantiveram sempre próximas, e tornaram possível a concretização de um sonho, há muito construído num percurso de incerteza no tempo, e de certo modo inconsciente, que aos dezoito anos observava num horizonte distante como uma miragem. Deste modo, agradeço...

Aos professores Clara Vasconcelos e Luís Calafate, pela disponibilidade, flexibilidade e ajuda a todo o momento, mostrando grande amabilidade e simpatia sempre que a eles recorria. A estes agradeço, ainda, todo o conhecimento transmitido e todo o tempo perdido no esclarecimento das infindáveis dúvidas. Foram estes dois profissionais que ajudaram a consolidar a minha confiança e segurança, no desempenho do meu papel como docente.

À professora Manuela Lopes, pela amabilidade com que me recebeu na escola e por todo o apoio prestado ao longo do ano letivo. Os seus conselhos foram essenciais e funcionaram como pilares da minha formação docente.

Aos professores e auxiliares da Escola Básica Augusto Gil, pelo carinho e auxílio dados ao longo do ano e pelas “injeções” infindáveis de motivação.

Aos professores da UTAD, pelos quais nutro uma enorme admiração e respeito, que forneceram as ferramentas e conhecimentos essenciais para formarem a pessoa que ingressou na FCUP.

À amiga e colega de estágio Ana Daniela Sampaio, por todo o apoio, carinho e amizade demonstrados desde o início, e por todos os momentos partilhados no Porto, na FCUP e na Escola Básica Augusto Gil. Essa amizade e esses momentos serão levados comigo para a vida, pela importância que tiveram

Aos amigos e colegas de Mestrado, com os quais estabeleci uma ligação, pela constante motivação, partilha, apoio e pela amizade sem qual este percurso não seria possível.

Às amigas Sofia Laginhas, Matilde Almeida, Jéssica Martins, Marta Pina, Teresinha Silva Adriana Vaz de Carvalho, Maria Nobre, Isabelinha Sobral, Lúcia Duarte, Elisabete Azevedo, por serem as incríveis pessoas que são, pelos conselhos, pela amizade e paciência ilimitadas, e apoio durante todas as fases da minha vida pessoal e profissional.

Aos amigos Rui Fonseca, João Ferreira, Bruno Lopes, António Correia, António Carlos, Manuel Rosa, Rui Sanches, João Páris, Ricardo Ferreira, João Gutiniekí, pela amizade, proteção, simpatia, carinho, paciência nos momentos mais difíceis deste percurso.

Aos afilhados académicos, e mais do que amigos, Fábio Dias, David Carvalho, David Gonçalves, José Pereira, pelo carinho, amizade e orgulho que sinto em ser sua madrinha. Agradeço ainda a H.K. pelos desafios motivacionais que me colocou nestes dois anos.

Aos meus avós e restantes familiares, pelo companheirismo, amor, auxílio, afeto e compreensão demonstrados a todo o momento. Pedindo-lhes, desde já, desculpa pelo tempo que lhes devo devido a minha ausência, por motivos profissionais, nos momentos mais e menos importantes.

Aos pilares da minha vida pessoal e profissional, os meus pais, Valdemar Gomes e Lúcia Prior e ao meu irmão, Nicolau Prior, pelo profundo apoio, carinho, esforço, paciência e amabilidade, que demonstraram não só ao longo deste ano mas ao longo de todo o meu percurso académico, que só foi possível devido ao esforço e investimento por eles realizado. Sem eles, o sonho de ser professora não teria permanecido no meu coração e os fantásticos momentos pelos quais atravessei nunca teriam sido possíveis. A estes seres humanos eu devo a mais ínfima molécula do meu ADN.

Por fim, e não menos importantes, um muito obrigado aos meus melhores amigos de quatro patas, Preto, Skye, Noddy, Xana, Patolas, Bolinhas, Pitogas e James, por terem sido os meus companheiros e maiores confidentes nos últimos anos e por me proporcionarem aventuras incríveis.

# Resumo

A investigação: “A influência da litologia na intensidade sísmica”, encontra-se enquadrada nas metas curriculares propostas para a disciplina de Ciências Naturais do 7º ano de escolaridade, no domínio: “Terra em transformação”; subdomínio: “Consequências da dinâmica interna da Terra”; tendo como objetivo geral: compreender a atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra.

Neste contexto, procedeu-se ao planeamento de uma investigação teoricamente enquadrada nas consequências da dinâmica interna da Terra, tendo-se procedido a uma interligação entre as áreas de Biologia e de Geologia, uma vez que nesta temática, estas duas vertentes encontram-se indissociáveis, procurando-se assim que os alunos fossem capazes de compreender a influência da litologia na intensidade sísmica, e o impacto que os sismos podem ter no equilíbrio dos ecossistemas.

Foi desenvolvido um estudo quase-experimental, para o qual foi selecionada uma amostra por conveniência constituída por um total de quarenta alunos. Estes alunos pertenciam a duas turmas do 7º ano de escolaridade, sendo uma definida como grupo controlo e a outra como grupo experimental.

A situação inicial dos alunos da amostra, nas duas turmas, foi analisada antes da implementação da intervenção pedagógica, através do cálculo das médias obtidas num Pré-Teste Cognitivo e da significância das diferenças desse valor entre o grupo de controlo e o grupo experimental.

No âmbito do projeto, foram planificadas nove aulas, durante as quais ocorreu a intervenção pedagógica, no grupo experimental, tendo-se utilizado um conjunto de estratégias didático-pedagógicas diferenciadas, nomeadamente, a metodologia ABRP e a conceção e construção de recursos educativos que incluíram modelos análogos para complementar cenários de problematização.

No fim do plano de intervenção, foi aplicado, a ambos os grupos, um Pós-Teste Cognitivo, verificando-se que a média obtida foi superior no grupo experimental, em relação ao grupo controlo. A aplicação do teste de Mann-Whitney mostrou uma diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos ( $U=82,00$ ;  $p=0,001$ ), para 99% de intervalo de confiança.

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a metodologia ABRP, com recurso à modelação análoga, permitiu aos alunos, com menor grau de desempenho na avaliação inicial, uma melhoria cognitiva mais evidente que no caso dos alunos que não foram alvo da referida intervenção pedagógica, o que significa que as referidas estratégias de ensino apresentaram uma influência positiva na melhoria da cognição, do raciocínio científico, da motivação, do interesse e do trabalho colaborativo dos alunos.

**Palavras-chave:** Modelação, Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, Litologia, Intensidade Sísmica, Ecossistemas, Sismos.

# ABSTRACT

The investigation: "The influence of the lithology regarding the seismic intensity" is already contextualized in the curricular aims proposed for the discipline of Science of the 7th grade, being the main item "The Earth in transformation" and the subitem: "Consequences of the earth's internal dynamics". The general purpose consists in understanding the seismic activity as a consequence of the earth's internal dynamics.

Taking this into account, it was undertaken a planning of an investigation theoretically adjusted to the consequences of the earth's internal dynamics. Then it was carried out an interconnection between the subjects of Biology and Geology, since in this theme, these two areas are inseparable, and so make students be able to understand not only the influence of the lithology in the earthquake intensity, but also the impact that the earthquakes can have in the ecosystems balance.

It was developed an almost experimental study, for which forty students were suitably selected. These students belonged to two classes of the 7th grade, being one of them defined as a control group and the other one as an experimental group.

The initial situation of the students from both classes was analysed before the implementation of their intervention through the calculation of their degrees obtained from a cognitive pretexting and the meaningfulness of the differences of that value between the control group and the experimental group.

In what concerns the project, nine lessons were planned during which there was the pedagogical intervention in the experimental group. A range of differentiated didactic-pedagogical strategies were used, namely the methodology ABRP and the conception and construction of educational resources that included similar models to complete geological scenarios.

In the end of the intervention, it was applied to both groups a cognitive post-test and it was checked that the average obtained in the experimental group was superior to the control group. The application of the test of Mann-Whitney showed a statistically significant difference between the two groups ( $U=82,00$ ;  $p=0,001$ ), for 99% confidence interval.

Taking the obtained results into account, we concluded that the methodology ABRP with the appeal of similar modeling enabled students with a lower level of performance in the initial evaluation to have a more evident cognitive improvement than the students who weren't targeted to the reported pedagogical intervention, which means that the mentioned teaching strategies present a positive influence in the cognition improvement, scientific reasoning, and the students' motivation, interest and collaborative work.

**Key-words:** Modeling, Problem-Based Learning, Lithology, Seismic Intensity, Ecosystems, Earthquakes.

# Índice

Agradecimentos .....	<i>i</i>
Resumo .....	<i>iii</i>
Abstrat .....	<i>iv</i>
Índice .....	<i>v</i>
Índice de Figuras .....	<i>vii</i>
Índice de Tabelas .....	<i>vii</i>
Índice de Quadros .....	<i>vii</i>
 <b>Capítulo I - Contextualização e justificação do estudo</b> .....	<b>1</b>
I.1. Introdução .....	1
I.1.1. Justificação do estudo .....	2
I.1.2. Problema da investigação e hipóteses .....	3
I.1.3. Objetivos da investigação .....	3
I.1.4. Estrutura do Relatório .....	4
<b>Capítulo II - Enquadramento teórico da investigação</b> .....	<b>5</b>
II.1. Contextualização curricular .....	5
II.2. Contextualização educacional .....	6
II.2.1. ABRP .....	6
II.2.2. Aprendizagem baseada em modelos didáticos .....	7
II.3. Contextualização científica .....	8
II.3.1. Sismos - definição e causas .....	8
II.3.2. Parâmetros de caracterização sísmica .....	9
II.3.2.1. Propagação da energia sísmica - as ondas sísmicas .....	10
II.3.2.2. Intensidade e magnitude de um sismo .....	11
II.3.3. Detecção e registo dos sismos .....	12
II.3.4. Riscos associados à ocorrência de um sismo .....	13
II.3.4.1. Efeito de sítio .....	13
II.3.4.1.1. Efeito da litologia .....	14
II.3.4.1.1.1. Classificação dos solos .....	15
II.3.4.1.1.2. Propriedades dinâmicas dos solos .....	16
II.3.4.1.2. Efeito da topografia .....	17
II.3.5. Efeito da atividade sísmica na dinâmica dos ecossistemas .....	17
II.3.5.1. Atividade sísmica e movimentos de vertente .....	18
II.3.5.2. Atividade sísmica e liquefação .....	19
II.3.5.3. Atividade sísmica e movimentos de subsidência ou emergência .....	20
II.3.5.4. Atividade sísmica e tsunamis .....	20
II.3.6. Ambiente tectónico e sismicidade em Portugal .....	21
II.3.7. Minimização dos riscos sísmicos - previsão e prevenção .....	23
<b>Capítulo III - Metodologia da investigação</b> .....	<b>24</b>
III.1. Introdução .....	24
III.2. Natureza da investigação .....	24

III.3. Caraterização da amostra .....	25
III.4. Instrumentos de recolha e análise de dados .....	26
III.5. Programa de intervenção pedagógica .....	27
III.5.1. Agendamento do programa de intervenção .....	27
III.5.2. Dinâmica das aulas .....	29
III.5.2.1. Materiais didáticos .....	30
III.5.2.1.1. Material didático multimédia .....	30
III.5.2.1.2. Materiais manipuláveis .....	35
III.5.2.1.3. Modelos didáticos .....	36
III.5.2.1.4. O V de Gowin como instrumento de ensino aprendizagem .....	43
<b>Capítulo IV - Apresentação e discussão de resultados .....</b>	<b>44</b>
IV.1. Introdução.....	44
IV.2. Estado inicial da amostra .....	44
IV.3. Resultados do pós-teste .....	45
<b>Capítulo V - Conclusões .....</b>	<b>47</b>
V.1. Conclusões gerais do estudo .....	47
V.2. Limitações da investigação e sugestões .....	47
V.3. Contribuição para o desenvolvimento profissional .....	48
<b>Capítulo VI - Referências Bibliográficas .....</b>	<b>49</b>
 <b>Anexos</b>	
<b>Anexo I - Teste Cognitivo.....</b>	<b>58</b>
<b>Anexo II - Resultados do Teste Cognitivo (pré-teste e pós-teste) .....</b>	<b>62</b>
<b>Anexo III - Planificação das aulas referentes ao programa de intervenção pedagógica .</b>	<b>67</b>
<b>Anexo IV - PowerPoint: “Os sismos” .....</b>	<b>81</b>
<b>Anexo V - Imagens do cenário de problematização nº 1 .....</b>	<b>109</b>
<b>Anexo VI - V de Gowin: “Propagação de ondas sísmicas de profundidade” .....</b>	<b>111</b>



## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> - Definições usuais para a caracterização de um sismo em relação a um dado local .....	9
<b>Figura 2</b> - Movimento das partículas do solo devido à passagem de ondas sísmicas internas (P e S) e superficiais (L e R) .....	10
<b>Figura 3</b> - Acelerograma da componente Este-Oeste do terramoto do México de 1985 (Estação SCT: solo macio; Estação CUIP: solo firme) .....	15
<b>Figura 4</b> - Carta de isossistas em Portugal Continental .....	23
<b>Figura 5</b> - Imagem do cenário de problematização nº 1: “Mica e Nico e os sismos” .....	32
<b>Figura 6</b> - Esquema representativo do cenário de problematização nº 2 .....	34
<b>Figura 7</b> - Molas e cordas utilizadas para simular a propagação das ondas sísmicas .....	36
<b>Figura 8</b> - Utilização da mola para simular a propagação das ondas sísmicas P .....	36
<b>Figura 9</b> - Utilização da corda para simular a propagação das ondas sísmicas S .....	36
<b>Figura 10</b> - Modelo nº 1, construção antissísmica A .....	37
<b>Figura 11</b> - Modelo nº 2: Base do edifício sem construção antissísmica .....	39
<b>Figura 12</b> - Modelo nº 2: Base do edifício com construção antissísmica (sistema de molas) .....	39
<b>Figura 13</b> - Modelo nº 2, construção antissísmica B .....	39
<b>Figura 14</b> - Modelo nº 3: “A influência da litologia na intensidade sísmica” .....	40
<b>Figura 15</b> - Dispositivo experimental antes do sismo .....	42
<b>Figura 16</b> - Dispositivo experimental após o sismo .....	42
<b>Figura 17</b> - Observação do efeito de subsidência, durante um sismo .....	42
<b>Figura 18</b> - Os alunos realizam observações e registam os resultados .....	43

## Índice de Tabelas

<b>Tabela 1</b> - Descrição dos vários tipos de solo .....	16
<b>Tabela 2</b> - Planificação do programa de intervenção no grupo experimental .....	28
<b>Tabela 3</b> - Calendarização da aplicação do pré-teste e do pós-teste cognitivo, no grupo controlo .....	29

## Índice de Quadros

<b>Quadro 1</b> - Caracterização da amostra .....	25
<b>Quadro 2</b> - Registo das observações dos alunos, após a manipulação do modelo nº 1... ..	38
<b>Quadro 3</b> - Registo de resultados: A influência da litologia na intensidade sísmica .....	41
<b>Quadro 4</b> - Valores de estatística descritiva do pré-teste cognitivo, no grupo controlo e no grupo experimental .....	45
<b>Quadro 5</b> - Valores de estatística descritiva do pós-teste cognitivo, no grupo controlo e no grupo experimental .....	46
<b>Quadro 6</b> - Análise estatística do teste de Wilcoxon .....	46

# Capítulo I - Contextualização e justificação do estudo

## I.1. Introdução

Face ao desenvolvimento da nossa sociedade, nomeadamente a nível científico e tecnológico, verifica-se que a escola atual apresenta uma necessidade constante de evolução. Esta necessidade de mudança tem profundas repercussões a nível escolar, já que deve promover não apenas os conhecimentos científicos fundamentais, mas também o desenvolvimento das várias capacidades, estratégias e metodologias utilizadas pelos docentes no processo de formação e desenvolvimento de cada um dos seus alunos, enquanto futuros cidadãos aptos a tomar decisões responsáveis e conscientes (Filipe, 2012).

Deste modo, a partir do início do século XXI os currículos do ensino, em Portugal, passaram a apresentar novas tendências no sentido de orientar socialmente o ensino das ciências tendo em conta o desenvolvimento de novas competências nos alunos, marcadas sobretudo pelo paradigma do movimento construtivista, que valoriza o papel ativo do aluno no processo de aprendizagem (Ferreira, 2012). É criado, assim, o enfoque nos alunos e na sua motivação para a aprendizagem, pois quando eles não estão motivados, não participam ativamente, não obtêm sucesso e não optam pelas ciências como área para prosseguimento de estudos superiores (Osborne & Dillan, 2008).

De forma a responder a estes desafios, o professor deve procurar implementar novas metodologias, como por exemplo, a *Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas* (ABRP), partindo de cenários do quotidiano que motivem os alunos para a aprendizagem das ciências e desenvolvam uma série de conhecimentos necessários ao exercício de uma cidadania responsável. Nesta abordagem, pode recorrer, sempre que possível, a novas estratégias, nomeadamente, à modelação análoga, permitindo que se realizem atividades experimentais nas quais os alunos possam manipular variáveis, embora em escalas diferentes, simulando fenómenos e processos naturais (Ferreira, 2012).

Impõe-se, assim, uma Educação em Ciências, com o desenvolvimento de capacidades que aumentem a literacia científica, que promovam aprendizagens significativas nos alunos, e um conhecimento científico consolidado que possa ser evocado e mobilizado na procura de soluções para a resolução de problemas quotidianos ou profissionais (Ferreira, 2012).

Nesta tarefa, deverá ser utilizada uma multiplicidade de recursos didáticos, nomeadamente envolver trabalho prático, desde o de papel e lápis ao laboratorial, experimental e de campo. A realização de atividades que envolvam a história da Ciência, problemas e o questionamento (com questões de nível cognitivo superior, como analisar e avaliar), os mapas de conceitos como forma de avaliação, os diagramas em V de Gowin, a acompanhar atividades práticas, e o desenvolvimento de processos de autoavaliação, poderão ser algumas das estratégias percursoras do sucesso escolar (Motta & Viana, 2012).

É também no âmbito da realização de atividades experimentais que o professor pode ter um papel preponderante na “construção do conhecimento”, provocando nos seus alunos “insatisfação” pelas suas conceções alternativas, ao promover o confronto e discussão de opiniões para que surja a mudança concetual nos mesmos (Sousa, 2012).

### **I.1.1. Justificação do estudo**

O presente trabalho enquadra-se na exigência da unidade curricular: *Projeto*, do curso de Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia, da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. O referido curso é parte integrante da formação inicial de professores, habilitando os mestrandos para o exercício profissional da docência no 3.º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário no domínio do ensino de Biologia e de Geologia, de acordo com as disposições legais em vigor (Decreto-Lei nº 43/2007 de 22 de Fevereiro).

Neste âmbito, e com vista a orientar a formação científico-profissional dos professores destes níveis de ensino, a estrutura curricular do curso de Mestrado em Ensino decorre de vários princípios nomeadamente: (1) a exigência de uma formação sólida quer na área de especialidade, quer a nível educacional geral e didático; (2) relevância da prática profissional, necessariamente articulada com a formação da especialidade, da formação educacional geral e didática e com a iniciação às metodologias de investigação educacional, supervisionada por docentes universitários e por um professor orientador da escola cooperante; (3) necessidade de desenvolver a capacidade reflexiva e crítica dos mestrandos com vista a contribuir para a sua formação de profissionais responsáveis, autónomos e eticamente exigentes, capazes de refletirem eficazmente sobre a sua prática profissional; (4) domínio das metodologias e técnicas de investigação educacional, demonstrado através da elaboração de um relatório de estágio, realizado sob orientação e avaliado por um júri, em provas públicas.

No que se refere a este projeto de investigação, o mesmo teve como foco a necessária renovação do ensino das ciências e a consciência de que o desenvolvimento de

capacidades nos alunos é um processo progressivo, dinâmico, que exige reflexão e reformulação de práticas.

Neste contexto, realizou-se um estudo de cariz investigativo sobre um conjunto de atividades desenvolvidas, na disciplina de Ciências Naturais, do 7.º ano de escolaridade, relativas ao efeito da litologia na intensidade sísmica. Estabelecendo-se como objetivo geral da investigação, analisar até que ponto o recurso, em sala de aula, à metodologia ABRP, apoiada na estratégia de modelação, pode contribuir para a realização de aprendizagens significativas por parte dos alunos.

### I.1.2. Problema da investigação e hipóteses

Como ponto de partida, para este trabalho de projeto, formulou-se o seguinte problema de investigação: **No estudo da influência da litologia na intensidade sísmica, o recurso à modelação no ensino em ciências, enquadrada na ABRP, contribui para o desenvolvimento de aprendizagens significativas em contexto de sala de aula?**

Após o estabelecimento do problema de investigação, foram elaboradas duas hipóteses: uma hipótese nula ( $H_0$ ) e uma hipótese alternativa (direcionada) ( $H_1$ ).

A hipótese nula ( $H_0$ ) defendia que a modelação no ensino das ciências naturais, enquadrada na ABRP, não contribui para o desenvolvimento de aprendizagens significativas. Por sua vez, a hipótese alternativa ( $H_1$ ) defendia que a modelação no ensino das ciências naturais, enquadrada na ABRP, contribui para o desenvolvimento de aprendizagens significativas.

### I.1.3. Objetivos da investigação

No ensino das ciências, agora balizado pelas metas curriculares que apresentam objetivos claros, rigorosos, mensuráveis e avaliáveis, e onde há a obrigatoriedade de existirem descritores com conteúdos de carácter experimental, a ideia de uma prática pedagógica conducente a um elevado índice de literacia científica requer a compreensão da natureza da ciência nas suas diferentes dimensões e a consideração da problemática ensino-aprendizagem em termos históricos, filosóficos, psicológicos e sociológicos (Sousa, 2012).

Assim, o ensino das ciências deve refletir um conceito lato de ciência, devendo o professor criar contextos de aprendizagem que, tendo em conta as características

psicológicas e sociológicas dos alunos, permitam o desenvolvimento de competências cognitivas, sociais e afetivas de nível elevado, conducentes à criação de uma sólida cultura científica, atitudes e valores que deverão ser transferidos para o mundo exterior à escola.

Neste âmbito, procurou-se identificar um conjunto de objetivos conceituais, educacionais e de desenvolvimento profissional, que norteassem a implementação da investigação, nomeadamente:

- Compreender a influência da litologia na intensidade sísmica;
- Reconhecer o impacto da atividade sísmica na alteração do equilíbrio dos ecossistemas;
- Planear e realizar pequenas investigações teoricamente enquadradas;
- Conceber, reformular e testar modelos capazes de reproduzirem eventos geológicos;
- Promover o pensamento crítico e a literacia científica dos alunos;
- Analisar a importância da aplicação de modelos e atividades práticas no ensino em ciências e a sua importância na alteração das conceções alternativas dos alunos;
- Verificar se a modelação análoga, enquadrada na ABRP, provoca um ganho efetivo nas aprendizagens dos alunos, e nas referidas áreas do conhecimento;
- Refletir sobre a contribuição da implementação de um projeto científico-pedagógico no desenvolvimento das competências profissionais de um docente.

### **I.1.4. Estrutura do Relatório**

O presente relatório encontra-se organizado em seis capítulos que procuram explicitar as fases e os pormenores de uma investigação, que teve por base verificar se no estudo da influência da litologia na intensidade sísmica, o recurso à modelação no ensino em ciências, enquadrada na ABRP, contribui para o desenvolvimento de aprendizagens significativas em contexto de sala de aula.

- O primeiro capítulo inclui as razões pelas quais surgiu a necessidade de realizar este trabalho de investigação, sendo apresentado o problema, as hipóteses formuladas, e os objetivos do estudo.
- No segundo capítulo surge o enquadramento teórico da investigação, nomeadamente a contextualização curricular, a contextualização educacional e a contextualização científica.

- O terceiro capítulo aborda a metodologia da investigação, sendo explicitado a natureza da investigação, a caracterização da amostra, os instrumentos de recolha e análise de dados e o programa de intervenção.
- O quarto capítulo faz a apresentação e discussão dos resultados, enquanto no quinto capítulo são efetuadas as conclusões gerais do estudo, destacando-se as limitações da investigação, tal como a sua contribuição para o desenvolvimento profissional de um docente.
- No sexto capítulo são apresentadas as referências bibliográficas.

## **Capítulo II - Enquadramento teórico da investigação**

### **II.1. Contextualização curricular**

O presente trabalho de investigação: “A influência da litologia na intensidade sísmica”, encontra-se contextualizado nas metas curriculares propostas para a disciplina de Ciências Naturais, do 7º ano de escolaridade, no domínio: “*Terra em transformação*”; subdomínio: “*Consequências da dinâmica interna da Terra*”; tendo como objetivo geral: compreender a atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra.

O objetivo geral é complementado por descritores mais precisos, nomeadamente: (1) Explicar a formação de um sismo, associado à dinâmica interna da Terra; (2) Associar a vibração das rochas ao registo das ondas sísmicas; (3) Distinguir a Escala de Richter da Escala Macrossísmica Europeia; (4) Explicitar a intensidade sísmica, com base em documentos de sismos ocorridos; (5) Interpretar cartas de isossistas, em contexto nacional; (6) Identificar o risco sísmico de Portugal e da região onde a escola se localiza; (7) Caracterizar alguns episódios sísmicos da história do território nacional, com base em pesquisa orientada; (8) Indicar os riscos associados à ocorrência de um sismo; (9) Descrever medidas de proteção de bens e de pessoas, antes, durante e após a ocorrência de um sismo; (10) Reconhecer a importância da ciência e da tecnologia na previsão sísmica; (11) Relacionar a distribuição dos sismos e dos vulcões na Terra com os diferentes limites de placas tectónicas.

Para o planeamento desta investigação em Educação em Ciência, foi definido, desde o início, a associação e interligação entre as áreas de Geologia e de Biologia, uma vez que nesta temática estas duas vertentes encontram-se indissociáveis, procurando-se assim que os alunos, para além de compreenderem a influência da litologia na intensidade sísmica, também compreendam o impacto que os sismos podem ter no equilíbrio dos ecossistemas, enquadrando este facto como uma das consequências da dinâmica interna da Terra.

## II.2. Contextualização educacional

### II.2.1. ABRP

A ABRP é considerada uma metodologia de ensino centrada no aluno (por isso designada por aprendizagem) que parte sempre de um problema real do quotidiano, recorrendo, por exemplo, a informação presente nos jornais, televisão, internet, cuja resolução se revela importante em termos pessoais, sociais e ambientais (Vasconcelos *et al.*, 2012).

A ABRP pode ajudar a desenvolver nos alunos o raciocínio científico, auxiliando-os não só a aprenderem alguns aspetos essenciais da investigação científica (recolher factos, encontrar evidências, procurar soluções, argumentar e comunicar os resultados investigados), mas também a sua própria natureza (Vasconcelos & Almeida, 2012). Refira-se que esta metodologia enquadra-se numa abordagem orientada para a investigação, por partir de questões (levantadas preferencialmente pelos alunos após apresentação do cenário de problematização) e envolver a procura de soluções.

O cenário de problematização (ou situação-problema) deve despertar no aluno o levantamento de questões e a procura de soluções através da promoção de atividades de investigação, referidas na literatura da especialidade por *inquiry*. Isto é, a apresentação e exploração do problema devem levantar questões por parte do aluno, ponto central da metodologia, e por isso, definida como uma abordagem por questionamento e pesquisa (pequena investigação) que levará o aluno a focar-se em múltiplas soluções, em vez de respostas corretas (Teixeira *et al.*, 2014). Em síntese, é uma metodologia que situa a aprendizagem num contexto de resolução de problemas, nem sempre com uma única possibilidade de resposta (Vasconcelos & Almeida, 2012).

Por problema, entende-se um enunciado que apresenta um obstáculo aos resolvedores, os quais desconhecem a forma de o ultrapassar, podendo haver mais do que uma solução possível ou não ter solução (Moreira, 2011).

A ABRP pretende promover o desenvolvimento de competências de comunicação, de pensamento crítico, de tomada de decisões, de auto e heteroavaliação, entre outras, e não meramente a aquisição de conhecimentos. Se assim não fosse aproximar-se-ia da aquisição conceitual centrada na memorização de conceitos do ensino tradicional. Como mencionado, baseia-se no trabalho colaborativo de pequenos grupos, desenvolvendo competências relacionadas com a comunicação, a relação interpessoal, a cooperação e o respeito mútuo (Moreira, 2011). Neste processo, o professor funciona como um tutor potenciando o desenvolvimento de princípios de aprendizagem que devem persistir ao longo da vida, constituindo as bases para uma formação contínua (Moreira, 2011; Vasconcelos *et al.*, 2012).

## **II.2.2. Aprendizagem baseada em modelos didáticos**

Um modelo traduz uma representação de um alvo servindo de ligação entre uma teoria e um fenómeno natural (Oh & Oh, 2011). Como as teorias científicas são conjuntos de conhecimentos científicos muito abrangentes, os modelos são considerados subconjuntos dessas teorias científicas, de explicações mais simples, sendo criados como recursos semióticos e permitindo o fornecimento de informações para o desenvolvimento do raciocínio científico dos alunos e a resolução de problemas (Ferreira, 2012).

Trabalhando com modelos didáticos, os alunos aprendem ciência ao desenvolver conhecimentos acerca dos principais modelos científicos; aprendem sobre como fazer ciência, ao criar, expressar e testar os seus próprios modelos; e aprendem sobre ciência, ao desenvolver conceções adequadas acerca da natureza da ciência e da natureza dos modelos (Torres & Vasconcelos, 2014).

No ensino em ciências naturais, a modelação revela-se como uma estratégia pedagógica fundamental no desenvolvimento, por parte dos alunos, de capacidades relacionadas com o processo de investigação científica, permitindo criar uma imagem autêntica da ciência e a construção de modelos mentais adequados (Oh & Oh, 2011).

Deste modo, os alunos podem melhorar a sua aprendizagem ao construírem novos modelos mentais, organizando e integrando o novo conhecimento. Para os professores, a utilização de modelos envolve-os num processo criativo sobretudo ao participarem na sua



elaboração, ao aperfeiçoá-los e a descobrir a forma mais adequada de os utilizar nas suas aulas (Ferreira, 2012).

## **II.3. Contextualização científica**

### **II.3.1. Sismos - definição e causas**

Um sismo é um movimento vibratório brusco da superfície terrestre, provocado pela libertação repentina de energia que foi lentamente acumulada num determinado ponto da crosta ou manto superior, tendo o mecanismo sismogénético fundamental, designado por modelo do ressalto elástico, sido proposto pelo cientista americano Harry F. Reid em 1911 (Gonçalves, 2011).

Assim, um sismo consiste na irradiação, sob a forma de ondas sísmicas, de energia de deformação elástica acumulada em rochas que foram submetidas a tensões tectónicas, e que é libertada por ressalto elástico associado à rutura súbita numa zona de descontinuidade mecânica localizada no interior da massa rochosa - constituindo uma falha ativa - com deslizamento brusco de um lábio da descontinuidade relativamente ao outro (Ribeiro & Cabral, 2000).

A grande maioria dos sismos tem causas naturais, resultando, nomeadamente, de movimentos tectónicos, do abatimento de minas e de câmaras magmáticas de aparelhos vulcânicos, da ascensão de magma e do desprendimento de massas rochosas. Contudo, alguns sismos podem ser provocados pelo Homem com fins investigativos ou resultantes de atividades como: enchimento de grandes barragens, pois ocorre um aumento local de carga, devido à estrutura e à massa de água acumulada, mas também à ampliação da pressão intersticial nas formações subjacentes à albufeira; explosões em minas e pedreiras; injeção de resíduos líquidos através de furos profundos e explosões nucleares (Dias, 2000f).

Os grandes terremotos são de origem tectónica e refletem a interação entre as placas litosféricas, sendo que cerca de 95% da sismicidade no Globo Terrestre ocorre em falhas localizadas junto às suas fronteiras, correspondendo aos sismos interplaca, enquanto os restantes 5% têm origem em falhas ativas situadas no seu interior, constituindo os sismos intraplaca. Estes devem-se ao facto de as placas litosféricas não serem perfeitamente rígidas e sofrerem, conseqüentemente, deformações internas (Costa, 1993; Ribeiro & Cabral, 2000).

As falhas correspondem a descontinuidades morfológicas da litosfera, onde ocorreu, ou poderá vir a ocorrer, libertação de elevadas quantidades de energia de deformação, e podem ser classificadas, quanto à sua atividade, em ativas, aquelas em que se pode vir a verificar a ocorrência de um sismo, ou inativas, aquelas em que tal não é provável que venha a acontecer.

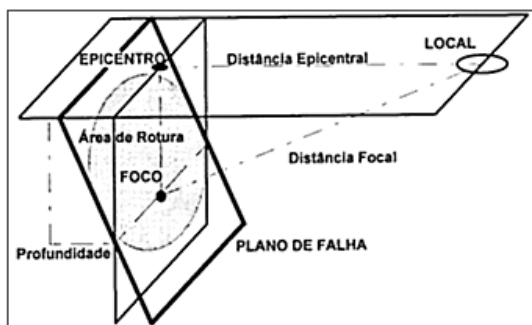
Às falhas podem associar-se uma ou mais superfícies planas médias que melhor representem a sua orientação espacial - planos de falha; adicionalmente, quanto aos deslocamentos relativos das superfícies contíguas a estes planos, durante o processo de rotura, estas podem classificar-se em normais, inversas e de desligamento (Costa, 1993).

As falhas normais e inversas envolvem o deslocamento vertical dos blocos rochosos. No entanto, enquanto nas falhas normais é o bloco que assenta por cima do plano de falha (a que geralmente se chama teto) que desce em relação ao outro bloco (que é normalmente designado por muro), nas falhas inversas é o bloco situado por cima do plano de falha que sobe em relação ao outro bloco. Por outro lado, nas falhas de desligamento os dois blocos adjacentes movem-se horizontalmente um em relação ao outro sem que haja subida ou descida de um dos blocos (Dias, 2014).

### II.3.2. Parâmetros de caracterização sísmica

Tendo por base a Teoria do Ressalto Elástico, a libertação de energia ocorre quando é ultrapassado o limite de elasticidade das rochas sujeitas a deformação, ocorrendo roturas no interior da massa rochosa. O local do interior da terra onde ocorre essa rotura, e há libertação de energia, recebe o nome de foco ou hipocentro (Moreira, 2011).

O epicentro é o ponto geográfico na superfície terrestre diretamente acima do foco, e, como tal, o ponto à superfície onde o sismo se faz sentir, geralmente, com maior intensidade. A distância entre o hipocentro e um local considerado à superfície é conhecida como a distância focal (Figura 1).



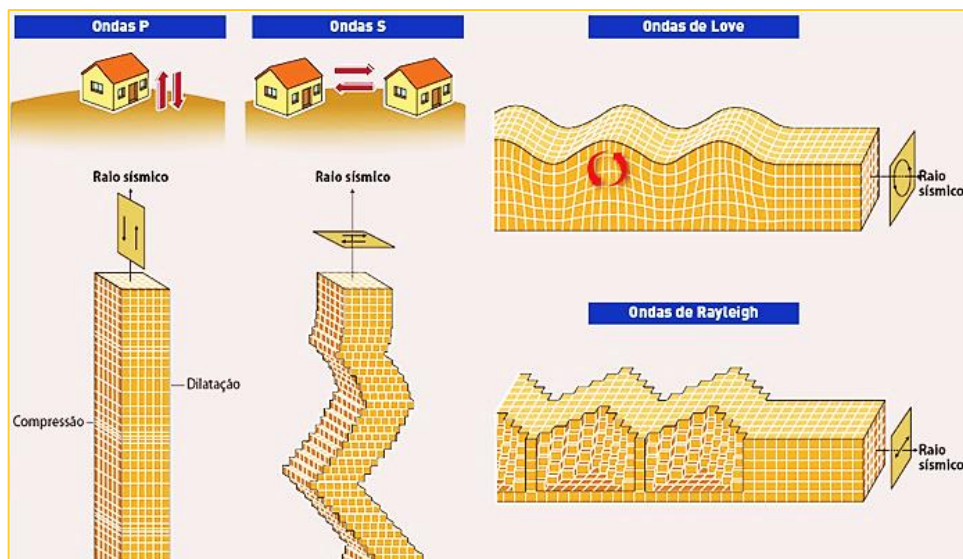
**Figura 1** - Definições usuais para a caracterização de um sismo em relação a um dado local (Extraído de Costa, 1993, p. 41).

A ocorrência de um sismo de grande magnitude é, muitas vezes, precedida de pequenos sismos conhecidos por abalos premonitórios. Igualmente frequentes são as réplicas - que ocorrem após o abalo principal, as quais, podendo suceder-se em número variável, são abalos de menor magnitude que traduzem a existência de movimentos de reajustamento elástico junto à falha gerada pelo sismo (Moreira, 2011).

### II.3.2.1. Propagação da energia sísmica - as ondas sísmicas

A energia libertada por um sismo propaga-se em todas as direções sob a forma de ondas elásticas - ondas sísmicas. O raio sísmico é uma perpendicular à superfície da onda, enquanto a frente de onda é uma superfície que separa as partículas que já experimentaram uma perturbação sísmica daquelas que ainda não a experimentaram (Miranda, 1998).

As ondas sísmicas classificam-se de acordo com o modo como as partículas oscilam em relação à direção de propagação, existindo dois tipos principais de ondas sísmicas: as ondas profundas ou de volume e as ondas superficiais (Figura 2).



**Figura 2** - Movimento das partículas do solo devido à passagem de ondas sísmicas internas (P e S) e superficiais (L e R) (Extraído de Dias *et al.*, 2007, p.178-179).

As ondas profundas propagam-se no interior do Globo, e podem atingir a superfície terrestre muito longe do epicentro, sendo submetidas a reflexões e refrações devido às diferentes propriedades dos materiais que atravessam. Compreendem as ondas P, primárias, longitudinais ou de compressão, que são as de maior velocidade, e as ondas S, secundárias ou transversais.

As ondas P fazem vibrar as partículas dos materiais rochosos paralelamente à direção de propagação (para a frente e para trás) como se comprimissem e depois distendessem

voltando à posição inicial, havendo alteração do volume do material. São ondas de pequena amplitude e propagam-se em todos os meios sólidos, líquidos e gasosos (Dias, 2000c; Abreu, 2012).

As ondas S propagam-se com menor velocidade do que as ondas P, daí serem as segundas a serem registadas nas estações sismográficas, e as partículas dos materiais rochosos vibram perpendicularmente à direção de propagação da onda (para cima e para baixo) mantendo o seu volume mas alterando a sua forma. São de baixa amplitude e propagam-se apenas em meios sólidos (Dias, 2000c; Abreu, 2012).

As ondas de superfície, L ou longas, propagam-se ao longo da superfície de Globo e resultam de interferência de ondas de tipo P e do tipo S, sendo as responsáveis pela maior parte das destruições quando ocorre um sismo.

Podem ser distinguidos dois tipos de ondas superficiais: as ondas de Love e as ondas de Rayleigh. As ondas de Love fazem vibrar as partículas dos materiais rochosos horizontalmente segundo movimentos de torção, e resultam da interferência com as ondas do tipo S, propagando-se apenas em meios sólidos. As ondas de Rayleigh fazem vibrar as partículas dos materiais rochosos segundo um movimento elíptico num plano perpendicular à direção de propagação, provocando no solo ondulações semelhantes às ondas marinhas. Resultam da interferência entre as ondas P e S e propagam-se em meios sólidos e líquidos (Dias, 2000c).

### **II.3.2.2. Intensidade e magnitude de um sismo**

A intensidade sísmica é um parâmetro que permite avaliar as vibrações sísmicas sentidas num certo local tendo em conta os efeitos produzidos em pessoas, objetos e estruturas. É, por isso, um parâmetro algo subjectivo que depende da precisão da observação ou, mais concretamente, da do observador. Deste modo, a interpretação desses danos pode ser relatada de forma diferente por pessoas diferentes, dependendo da interpretação pessoal de quem o faz (Dias, 2000d).

Para uma dada localização, a intensidade sísmica é referida em numeração romana de acordo com uma escala de intensidades, e é determinada pelo preenchimento de um questionário padrão distribuído pelas entidades oficiais. Atualmente utiliza-se a Escala Macrossísmica Europeia (EMS98) para avaliar o grau de intensidade a atribuir em cada local. Contudo, a intensidade atribuída à maior parte dos sismos históricos e aos sismos que ocorreram durante o século XX foi efetuada na Escala Modificada de Intensidades de Mercalli (MMI), de natureza qualitativa, constituída por 12 graus (Miranda *et al.*, 1998).

Existem três fatores que contribuem para aumentar o valor da intensidade sísmica registada num dado local: a magnitude do sismo, a proximidade do foco e as características litológicas regionais (Moreira, 2011).

Após a determinação das intensidades sísmicas, num número significativo de locais da região, onde o sismo foi sentido, e localizado o epicentro, pode-se traçar num mapa da região, linhas curvas à volta do epicentro de forma a unir os pontos de igual intensidade sísmica. Estas linhas que delimitam domínios de igual intensidade sísmica denominam-se por isossistas e é através delas que se obtêm as cartas de isossistas.

A magnitude é baseada em medições precisas da amplitude das ondas sísmicas nos sismogramas, para distâncias conhecidas entre o epicentro e a estação sismográfica, permitindo atribuir um único valor de magnitude para um sismo. Ela é expressa numa escala logarítmica, o que significa que o aumento de uma unidade da magnitude corresponde a um aumento de 10 da amplitude das ondas sísmicas que estiveram na base da sua determinação (Miranda *et al.*, 1998).

A primeira escala quantitativa de magnitudes sísmicas foi criada em 1931 pelo cientista japonês Wadati, e aperfeiçoada em 1935 pelo sismólogo americano Charles F. Richter, que definiu a magnitude local, também conhecida por magnitude de Richter (Ribeiro & Cabral, 2000; Le Goff, 2013). A escala de Richter é uma escala aberta uma vez que a magnitude de um sismo é diretamente proporcional à quantidade de energia libertada no foco ou hipocentro (Moreira, 2011).

### **II.3.3. Detecção e registo dos sismos**

As vibrações sísmicas do solo num dado local podem ser registadas detalhadamente, sob a forma de sismogramas, em instrumentos denominados sismógrafos. Uma estação sismográfica deve ter três sismógrafos diferentes: um que regista os movimentos verticais e outros dois que registam os movimentos horizontais (um orientado na direcção Norte-Sul e outro na direcção Este-Oeste). Com os dados registados por estes equipamentos é possível determinar a distância e direcção do epicentro, a magnitude e o tipo de falha que originou o sismo. Atualmente utilizam-se redes sismográficas que ligam várias estações, o que permite determinar com maior precisão a localização do epicentro e do hipocentro, bem como produzir melhores estimativas dos outros parâmetros (Dias, 2000e).

A sismicidade que, desde os princípios do século XX, é registada em estações sismográficas designa-se por sismicidade instrumental. A atividade sísmica anterior,

conhecida através da referência e descrição dos seus efeitos em documentos históricos, designa-se por sismicidade histórica (Ribeiro & Cabral, 2000).

## **II.3.4. Riscos associados à ocorrência de um sismo**

### **II.3.4.1. Efeito de sítio**

A modificação do sinal sísmico devido à influência das condições geológicas e topográficas durante ou após um terramoto, é conhecido como efeito de sítio ou efeito local. Esta modificação pode consistir na forte amplificação do sinal, uma maior duração do mesmo ou alterar a sua frequência (Costa *et al.*, 2004; Ramirez, 2011). Isto quer dizer que as características físicas locais traduzem no seu todo a resposta do substrato geológico a um determinado estímulo como é, neste caso, a propagação de uma onda sísmica (Albardeiro & Moura, 2010).

É de especial importância o estudo da resposta sísmica num dado local para definir e compreender o papel do perfil geológico, propriedades estáticas e dinâmicas do solo e topografia, pois os efeitos de sítio ou local têm contribuído grandemente para as mortes e danos em edifícios provocados por sismos (Rogers & Karadeniz, 2009).

Ao longo da história, muitos dos sismos mais destruidores foram influenciados pelo efeito de sítio, nomeadamente os sismos de Andaluzia de 1884; São Francisco em 1906 e 1957; Kanto, Tonankai, Niigata e Kobe, em 1923, 1944, 1964, 1995, respetivamente; México em 1957, 1975, 1985 e 1989; Caracas em 1967 (Luzón *et al.*, 2002).

Os efeitos de sítio podem ser estimados de um modo teórico, calculando a resposta de uma coluna de solo a uma solicitação sísmica. É possível calcular o movimento à superfície, introduzindo um sinal sísmico na base da coluna. É usual utilizar-se um sinal correspondente a um sismo passado (um acelerograma), de preferência registado em rocha e perto do local em estudo. Também é possível calcular-se a resposta a um sinal unitário obtendo-se, deste modo, a função de transferência da coluna de solo. A resposta da coluna depende das características físicas dos materiais que a constituem, em particular a espessura, a densidade, a velocidade de propagação das ondas transversais e o coeficiente de amortecimento de cada camada (Costa *et al.*, 2004; Rogers & Karadeniz, 2009).

A resposta e a magnitude da amplificação do sinal são controladas principalmente pelas propriedades geológicas, especialmente as suas características dinâmicas, bem como a topografia do terreno (Ramirez, 2011).

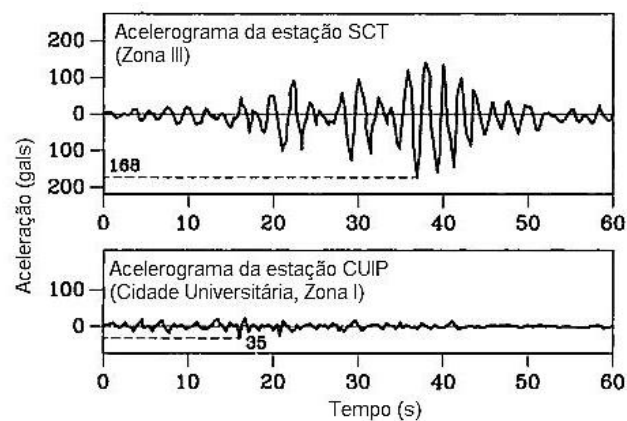
### II.3.4.1.1. Efeito da litologia

As características litológicas (que dizem respeito à origem e natureza das rochas) influenciam a maneira como o terreno reage à passagem das ondas sísmicas. Terrenos de rocha firme e coerente têm tendência a quebrar e estabilizar após a passagem das ondas, enquanto zonas de materiais não consolidados ou pouco coerentes, como as areias, têm tendência para continuar a reproduzir os efeitos das ondas sísmicas, funcionando quase como que «amplificadores» (Moreira, 2011). Isto é, os terrenos tanto podem funcionar como dissipadores ou como amplificadores da energia sísmica (Bozzo & Barbat, 2004).

O comportamento do movimento do solo durante um sismo é, geralmente, bem explicado pela própria estrutura geológica de superfície no local onde o fenómeno é estudado. Observações do passado, e recentes, têm mostrado que os danos causados por grandes sismos são maiores nas bacias sedimentares do que em estruturas localizadas sobre terreno duro. Foi o caso do terramoto de Lisboa de 1755, em que se registaram maiores intensidades sísmicas, precisamente nas zonas de solos mais brandos (PROT-Algarve, 2004).

A existência de depósitos sedimentares não consolidados na parte superficial de uma estrutura geológica, ou até a existência de camadas de baixa velocidade de propagação das ondas sísmicas a profundidades intermédias, pode ser a causa de aumento, dos efeitos dos sismos, e, por consequência, do risco sísmico em regiões onde o subsolo apresenta essas características.

Um dos exemplos mais bem documentados e representativos, do efeito de sítio ou local, é o terramoto do México de 1985. Com uma magnitude de 8,1, a intensidade registada no Distrito Federal, localizado a 400 Km do epicentro atingiu o valor IX na escala de intensidades de Mercalli, provocando o colapso parcial ou total de 400 edifícios e causando a morte de 10.000 pessoas. A camada superior do solo, formada por sedimentos e saturada, de um antigo lago que forma o subsolo da cidade, que em certas zonas tem uma espessura de 46 m, causou uma forte amplificação, chegando-se a registar uma aceleração máxima das ondas superior 4 a 5 vezes ao que ocorreu em solo firme (Figura 3) (Luzón *et al.*, 2002; Bozzo & Barbat, 2004).



**Figura 3** - Acelerograma da componente Este-Oeste do terremoto do México de 1985 (Estação SCT: solo macio; Estação CUIP: solo firme) (Extraído de Bozzo & Barbat, 2004, p. 22).

Conclui-se que solos arenosos pouco consolidados tendem a amplificar os movimentos de vibração, tal como o aumento da espessura da camada de solo sobre a rocha mãe rígida, aumentando assim o grau de destruição. A situação pode ainda ser mais grave se os sedimentos tiverem um elevado conteúdo em água, caso em que pode ocorrer a liquefação do solo (Rogers & Karadeniz, 2009).

#### II.3.4.1.1.1. Classificação dos solos

Do ponto de vista geológico, o solo é o material produzido pelos efeitos da intempérie ou alteração das rochas na superfície da terra e é dividido em estratos, ou horizontes. É formado por uma associação de minerais, e, em geral, é duro e coerente, mas, por vezes, plástico (por exemplo: a argila) ou móvel (como por exemplo: a areia), o que significa que o solo é uma entidade dinâmica (Segurado, 2005).

Para a avaliação dos efeitos de sítio, associados às condições geológicas e geotécnicas locais, é necessário conhecer a sequência de camadas geológicas, incluindo espessura, caracterização litológica e caracterização geotécnica. A realização de sondagens geológico-geotécnicas, com identificação e caracterização da coluna de solos, realizando ensaios “*in situ*” ou em laboratório, permite aceder a esta informação. No entanto, os dados de uma sondagem representam apenas as condições locais e a sua extrapolação deve ser criteriosamente avaliada (Costa *et al.*, 2004).

Segundo o Eurocódigo 8, os solos podem ser classificados de uma forma decrescente, de A até S<sub>2</sub>, em termos da sua rigidez e resistência (Tabela 1).



**Tabela 1** - Descrição dos vários tipos de solo (Extraído de Lopes, 2007, p. 6).

Tipo de solo	Descrição
A	Rocha ou formação rochosa, incluindo no máximo 5m de material fraco à superfície
B	Depósitos muito densos de areias, cascalho ou argila muito compacta, com alguma espessura (na ordem das dezenas), caracterizados por um aumento gradual das propriedades mecânicas com a profundidade
C	Depósitos fundos de areia de média/alta densidade, cascalho ou argila compacta, com espessuras consideráveis (das dezenas às centenas de metros)
D	Depósitos de solos de média coesão soltos ou de solos de baixa coesão compactos
E	Formações aluvionares de pequena espessura (5 a 20m) sobre formações rochosas
S <sub>1</sub>	Depósitos com uma espessura mínima de 10m, constituídos por argila/sedimentos com elevado nível de plasticidade e alto nível freático
S <sub>2</sub>	Depósitos de solos susceptíveis de liquefação, argilas incoerentes ou outro tipo de solo que não se enquadre nas categorias acima descritas

Analisando-se a Tabela 1, é de destacar o solo tipo E, tendo-se em linha de conta, não só o facto dos solos brandos originarem uma maior amplificação, mas também estarem subjacentes a estratos rochosos, o que os torna propícios a uma maior amplificação das ondas sísmicas, dado o grande contraste de rigidez (Lopes, 2007).

#### II.3.4.1.1.2. Propriedades dinâmicas dos solos

A suscetibilidade de um solo para amplificar o sinal sísmico é determinado pelas suas propriedades dinâmicas. Especificamente, o módulo de cisalhamento e amortecimento são as principais propriedades dinâmicas e dependem do nível de deformação do solo (Ramirez, 2011).

De acordo com Segurado (2005), os fatores chave que influenciam as propriedades dinâmicas de um solo são a tensão efetiva de confinamento, o nível de tensões no solo, o índice de vazios e a plasticidade.

Foi também possível verificar a grande influência do valor do índice de plasticidade na resposta dinâmica dos solos brandos estratificados, com implicação direta na segurança das construções (Estêvão, 2007).

### **II.3.4.1.2. Efeito da topografia**

Existem evidências *in situ*, instrumentais e teóricas dos efeitos locais provocados pela topografia, verificando-se que durante terremotos destrutivos os edifícios localizados na parte superior de montanhas ou ladeiras sofreram danos estruturais maiores que aqueles situados em zonas mais baixas (Lee *et al.*, 2010; Ramirez, 2011; Wanga *et al.*, 2012; Liu *et al.*, 2014). Sismos como os de Friuli em 1976 (Itália), Irpinia em 1980 (Itália) e o do Chile em 1985, são exemplos de casos onde este tipo de efeitos foram largamente observados (Lopes, 2001).

Os modelos numéricos e tectónicos antecipam a amplificação sistemática do movimento sísmico em topografias convexas como, por exemplo, numa colina. Nestas situações produz-se a reflexão das ondas incidentes para o interior do maciço, concentrando a energia na zona superior. Da mesma forma, os modelos confirmam a sua atenuação em topografias côncavas, como, por exemplo, em vales e na base de colinas. A quantidade de efeitos observados depende das características do movimento incidente (tipo de ondas, frequências e azimute de incidência) (Rubio, 1999; Lopes, 2001).

### **II.3.5. Efeito da atividade sísmica na dinâmica dos ecossistemas**

Florestas, pastagens, campos agrícolas e outros ecossistemas naturais ou seminaturais são a fonte de muitos recursos naturais, pois permitem a retenção de água, a conservação do solo, o transporte alternativo para o fornecimento de produtos e distribuição de material, energia e fluxo de informações, desempenhando um papel crucial na manutenção do bem-estar, salvaguardando o desenvolvimento sustentável da sociedade humana (Zhang *et al.*, 2011).

Os desastres naturais, como os terremotos podem ter efeitos profundos sobre a biodiversidade da Terra, ao destruírem os recursos indispensáveis para as espécies vegetais e animais. Nos ecossistemas florestais, em particular, as catástrofes naturais são conhecidas por terem impactos profundos sobre a estrutura e função da floresta, causando mudanças na sua biodiversidade, perda de biomassa vegetal, aumento da impermeabilidade e diminuição da fertilidade do solo devido à intensificação da erosão (Wanga *et al.*, 2012).

Por outro lado, eventos como terremotos podem também criar clareiras que podem contribuir, em alguns casos, a longo prazo, para um rejuvenescimento e aumento da biodiversidade da floresta (Vittoz *et al.*, 2001).

Estudos demonstram que, após a ocorrência de um sismo, a resiliência dos ecossistemas diminui, verificando-se o aumento da complexidade da cobertura do solo em termos de um padrão de paisagem mais disperso, o que indica que os ecossistemas não toleram distúrbios de tal magnitude, não sendo capazes de manter o equilíbrio (Chianga *et al.*, 2013).

Em relação aos ecossistemas aquáticos, como cursos de água, o movimento de grandes quantidades de sedimentos pode enterrar muitas plantas aquáticas e até destruir o leito dos rios, alterando as características físicas dos habitats, nomeadamente a profundidade, a velocidade da água, e a largura do leito, que é habitat para muitos animais aquáticos.

Por outro lado, a rutura de muitos canos de esgoto pode levar a descargas poluentes para os cursos de água. Essa entrada de material orgânico pode resultar num aumento da atividade bacteriana que pode esgotar os níveis de oxigénio dissolvido na água e, em situações extremas, matar a vida aquática (James & McMurtrie, 2011).

### **II.3.5.1. Atividade sísmica e movimentos de vertente**

A instabilidade de vertentes compreende um conjunto complexo de movimentos em massa dos terrenos, em vertentes naturais e taludes artificiais, que são potencialmente geradores de risco para as atividades humanas. Trata-se de fenómenos com escala dimensional muito variada, desde quedas de blocos em escarpas com volumes da ordem do decímetro cúbico, até escorregamentos profundos envolvendo milhões de metros cúbicos, passando por movimentos de dimensão intermédia (escorregamentos, desabamentos e tombamentos), que têm impacto crescente em estruturas e provocam numerosas perdas de vidas (Mavlyanova, 2004; Marques, 2008).

Em Portugal existem zonas particularmente suscetíveis à ocorrência de instabilidade de vertentes, fundamentalmente devido ao relevo vigoroso (algumas regiões graníticas do norte de Portugal, vale do Douro, regiões autónomas dos Açores e Madeira) frequentemente associado a deficientes características de resistência dos terrenos (região a norte de Lisboa, Santarém, entre outras), ou a contextos em que a erosão no sopé é particularmente intensa, como no caso das arribas litorais (Marques, 2008).

Ao nível dos ecossistemas naturais, a atividade sísmica pode desencadear movimentos de vertente que podem gerar uma grande destruição da vegetação original e a instalação de comunidades pioneiras no terreno da área afetada, podendo também ocorrer alterações na paisagem, como, por exemplo, a formação de lagos devido ao bloqueio de vales (Yang *et al.*, 2002; Mavlyanova, 2004).

Torna-se assim evidente que os deslizamentos de terras podem provocar graves perdas nos habitats de florestas, onde vive uma grande diversidade de plantas, animais e outros organismos. Por exemplo, alguns estudos mostram que após deslizamentos de terras causados por sismos, se verificam reduções drásticas no nível de florescimento da vegetação (Xi *et al.*, 2012; Chianga *et al.*, 2013). Este facto pode ser agravado, pois após o terramoto o solo não está estável o suficiente para resistir à erosão.

### **II.3.5.2. Atividade sísmica e liquefação**

De uma forma genérica, liquefação é o processo de passagem do estado sólido ao estado líquido, de sedimentos saturados por perda temporária de resistência. Os sedimentos mais suscetíveis de sofrerem este processo são depósitos não argilosos de areias ou siltes. Contudo, por vezes, depósitos mais grosseiros também sofrem liquefação (Abreu, 2012; Gomes, 2013).

A liquefação pode ser causada pela vibração das ondas sísmicas, que ao atravessarem camadas granulares saturadas, distorcem a estrutura granular, e levam grupos pouco compactos de partículas ao colapso, quando a pressão da água nos poros atinge um valor crítico, aparecendo locais encharcados na superfície dos terrenos (Lopes, 2001; Mavlyanova, 2004). Assim, pode-se afirmar que o potencial de liquefação se encontra ligado aos solos arenosos com elevado nível freático (PROT-Algarve, 2004).

A partir do momento em que um determinado local é violentamente perturbado, por um forte abalo sísmico, pode haver liquefação ou fluidificação dos sedimentos. Se essa liquefação ocorrer poderá desencadear uma fluidização ou liquidização sedimentar, o que é o mesmo que dizer a circulação de um determinado elemento sólido através de um agente líquido de transporte, ou seja, arraste das partículas sedimentares por fluido sob pressão (tipicamente água), que circula no sedimento em direção a zonas de menor pressão (Gomes, 2013).

O processo de liquefação pode estar intimamente associado ao desencadeamento de movimentos de massa, que podem apresentar um grande poder destrutivo, quer das infraestruturas humanas quer do meio natural, afetando o equilíbrio de muitos ecossistemas.

### **II.3.5.3. Atividade sísmica e movimentos de subsidência ou emergência**

A ocorrência de sismos pode desencadear processos de levantamento topográfico ou afundamento, também denominados de emergência ou subsidência. Estes movimentos da superfície terrestre podem levar a várias perturbações ao nível dos ecossistemas, podendo alterar permanentemente o tipo de meio em que os seres vivos passam a viver.

Há casos documentados que mostram que a alteração dos habitats, por exemplo devido ao levantamento topográfico em zonas costeiras, provocou a morte dos muitos organismos marinhos presentes em terraços que após o sismo ficaram localizados acima da maré. Foi o caso dos sismos ocorridos no Alaska, a 27 de março de 1964 (Dias, 2000b) e na Indonésia, em 26 de dezembro de 2004, destacando-se, neste caso, a mortalidade total de corais e outros organismos a si associados (Foster *et al.*, 2006).

### **II.3.5.4. Atividade sísmica e tsunamis**

*Tsunami* é uma palavra de origem japonesa, mas de uso universal, que designa uma onda marítima de longo período na maior parte das vezes gerada por um sismo com epicentro no mar, sendo maremoto a designação portuguesa mais corrente.

No entanto, erupções vulcânicas submarinas, deslizamentos de taludes costeiros ou submarinos e a queda de um meteorito no mar também podem gerar tsunamis (Pratas, 2014; Nelson, 2016).

Um tsunami de origem sísmica resulta do movimento do fundo do mar associado à rutura de uma falha tectónica. Este mecanismo será tanto mais eficaz, como fonte geradora, quanto maior for a componente vertical do movimento da superfície do fundo do mar associado à rutura tectónica. Assim, podem ocorrer sismos violentos com epicentro no mar a que não correspondam tsunamis significativos (Oliveira, 2005).

Uma parte da energia libertada pela rutura tectónica é convertida em energia hidrodinâmica através do movimento vertical da massa líquida que se encontra sobre a zona focal, zona do fundo do mar movimentada por ação do sismo. O processo de rutura é muito breve, com duração da ordem do minuto, e afeta em geral zonas de grandes dimensões, com áreas da ordem de muitos km<sup>2</sup> (Nelson, 2016).

O tempo necessário para que a massa oceânica sobrejacente retorne ao nível de repouso, da ordem de grandeza do período das ondas do tsunami, é, por isso, muito

superior ao daquele processo de rutura. Em linguagem corrente poderá dizer-se que o movimento do fundo do mar é tão rápido que a massa líquida, quando ele termina, mal iniciou o seu movimento vertical. Daí que seja correntemente aceite, como condição inicial de geração do tsunami e dado que a água pode ser considerada um fluido praticamente incompressível, que a superfície livre do oceano acompanha a componente vertical do movimento do fundo. Se um ponto do fundo sobe ou desce um metro, o ponto à superfície na mesma vertical sobe ou desce um metro (Oliveira, 2005).

O facto de o fluxo de energia associado à propagação do tsunami em direção à costa se distribuir por profundidades cada vez mais pequenas, dá origem ao aumento da altura da onda, ou seja, ao empolamento, que vai continuar até à rebentação junto à costa, onde é libertada a energia mecânica recebida na fonte geradora e desde aí transportada com pequenas perdas (Oliveira, 2005; Nelson, 2016).

Quando atingem as zonas costeiras os tsunamis destroem praticamente tudo à sua passagem, provocando graves desequilíbrios nos ecossistemas naturais. A força erosiva das águas interage com o meio ambiente e arrasta consigo o solo e a vegetação, destruindo a maioria dos habitats de muitos seres vivos. Por outro lado, também vai ocorrer a salinização das águas e campos agrícolas, tornando inviável a vida de muitos organismos. (Pratas, 2014).

Apesar dos ecossistemas marinhos não serem tão afetados, também podem ocorrer desequilíbrios, nomeadamente ao nível dos recifes de coral onde além da destruição direta, a turbidez e assoreamento devido ao aumento da erosão, poderá, em muitos casos, representar uma ameaça a longo prazo para os recifes (Foster *et al.*, 2006).

### **II.3.6. Ambiente tectónico e sismicidade em Portugal**

A distribuição e a orientação da sismicidade do Globo dependem essencialmente da geometria, do tipo de placas principais da litosfera, e das características tectónicas superficiais e interiores dessas regiões.

Portugal apresenta uma atividade sísmica que resulta, em grande parte, da sua proximidade à fronteira entre as placas Euro-asiática e de Nubia, numa faixa que se estende desde Gibraltar até ao arquipélago dos Açores (Borges, 2001; Bezzeghoud *et al.*, 2013). Esta atividade sísmica pode ser dividida em três setores diferentes (ocidental, central e oriental), de acordo com as características morfológicas da sismicidade e estruturas tectónicas e do comportamento geodinâmico. O setor ocidental corresponde ao arquipélago dos Açores e estende-se até a dorsal meso-atlântica. O setor central está relacionado com a

falha da Glória, incluindo o arquipélago da Madeira. O setor oriental inclui o território de Portugal Continental e as suas margens atlânticas (Le Goff, 2013).

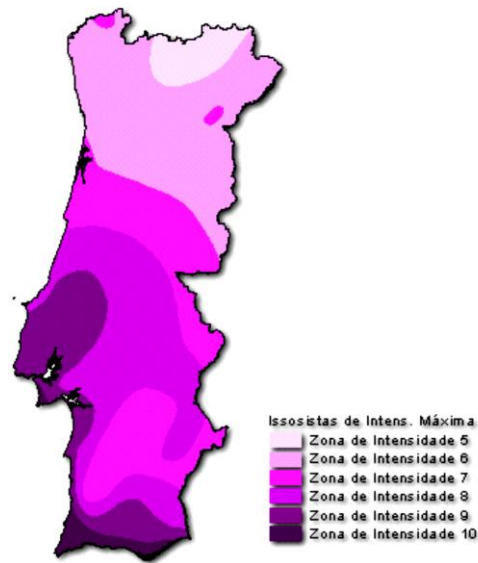
A sismicidade interplaca verifica-se na zona de contacto entre a placa Euro-asiática e a placa de Nubia. O banco de Gorringe, uma elevação submarina a sudoeste do cabo de S. Vicente, localizado, nessa fronteira, é uma das zonas de maior instabilidade. Este levantamento é consequência direta dos deslocamentos verticais induzidos pelos sismos de alta magnitude localizados na face sul, o que confirma o mecanismo de subducção da placa de Nubia pela placa Euro-asiática. Nesta região, a sismicidade instrumental, embora com a profundidade focal mal estabelecida, parece ocorrer preferencialmente nos 30 km superficiais da litosfera, atingindo uma profundidade máxima de 50 a 70km (Dias, 2000a; Bufo *et al.*, 2004; Cabral, 2012).

A sul do banco de Gorringe localizou-se o epicentro do terramoto de Lisboa de 1755, um dos mais violentos registados em Portugal nos tempos históricos, bem como o epicentro do sismo que ocorreu em 28 de fevereiro de 1969 (Bezzeghoud *et al.*, 2013).

O arquipélago açoriano tem grande atividade sísmica, pois localiza-se na dorsal médio-atlântica, na zona de junção das placas Americana, Euro-asiática e Nubia, constituindo um ponto triplo. Nesta zona há um misto de fronteira divergente e de fronteira transformante com grande atividade sísmica.

Além da sismicidade associada à deformação litosférica na fronteira de placas, Açores-Gibraltar, existe também atividade sísmica significativa no interior do território português e junto ao litoral, caracterizada pela ocorrência de alguns sismos históricos com magnitude estimada em cerca de 7. São aqui incluídos os sismos de Loulé, em 1856, de Setúbal, em 1858, e o de Benavente, em 1909, (Dias, 2000a).

A carta das isossistas máximas observadas para Portugal Continental, permite verificar que as maiores intensidades sísmicas situam-se no seu litoral, com destaque para a Área Metropolitana de Lisboa e o Algarve (Figura 4), precisamente onde ocorrem algumas das maiores concentrações urbanísticas (Costa, 2007; Lopes, 2015).



**Figura 4** - Carta de isossistas em Portugal Continental (Extraído de Costa, 2007, p. 24).

Esta intensidade sísmica, relativamente importante, é devida, como já foi referido, ao facto de Portugal Continental estar sujeito quer à sismicidade interplaca (sismos com epicentro no exterior do território), quer à sismicidade intraplaca (sismos com epicentro no interior do território).

Os sismos interplaca apresentam, geralmente, magnitude elevada ( $M > 6$ ) e períodos de retorno de centenas de anos, enquanto nos sismos intraplaca a sismicidade é moderada (a baixa no norte de Portugal), ainda que possam ocorrer sismos de magnitudes significativas, mas com períodos de retorno da ordem dos milhares de anos (Costa, 2007).

### **II.3.7. Minimização dos riscos sísmicos - previsão e prevenção**

Apesar do desenvolvimento de modelos matemáticos de previsão sísmica, ainda não é possível prever a ocorrência de um sismo. Contudo, a investigação nesta área tem fornecido importantes elementos para a minimização dos seus efeitos, ao identificar zonas de maior risco, ao construir estruturas mais sólidas e ao promover a educação da população. Neste último caso, enquadram-se as medidas de segurança a serem tomadas aquando de um sismo, e a elaboração de planos de emergência.

A prevenção do risco sísmico, no âmbito da atuação da Proteção Cível, contempla a definição de planos de ação e de prioridade de ajuda, bem como a divulgação de informação junto da população.

A monitorização das zonas de elevado risco sísmico, através da implementação de redes de estações sismográficas, constitui outro importante meio de prevenção.



## Capítulo III - Metodologia da investigação

### III.1. Introdução

A investigação desenvolvida, no âmbito da Iniciação à Prática Profissional, corresponde a um estudo implementado nas componentes científicas de Biologia e de Geologia, inseridas na disciplina de Ciências Naturais do 7º ano de escolaridade.

Ao assumir que uma intervenção pedagógica tem como finalidade contribuir para o êxito das aprendizagens dos alunos, foi importante que durante todo o processo se tivesse procurado analisar não só as dificuldades dos alunos, de modo a criar estratégias que os ajudassem a ultrapassar essas dificuldades, mas também examinar as suas potencialidades e aquilo que eram capazes de produzir e de concretizar. Como refere Dias (2009), é importante criar um enfoque nas competências emergentes ao invés daquilo que a criança não é capaz de fazer.

Nesta linha de pensamento, foi permitido aos alunos a realização de experiências de aprendizagem ativas, significativas, diversificadas e socializadas que garantissem efetivamente o direito ao sucesso escolar de cada um. Assim, e como refere Jacob (2013), procurou-se potenciar o desenvolvimento progressivo do aluno a nível cognitivo e como ser social, de modo a tornar-se um indivíduo com capacidade de participação responsável, crítica e colaborativa na sociedade.

### III.2. Natureza da investigação

Durante a implementação da investigação, foi desenvolvido um estudo quase-experimental, que utilizou como metodologia um método misto ou de “triangulação” (Duarte, 2009).

Por um lado, o estudo baseou-se num modelo quantitativo, tendo-se procedido à recolha de dados através da aplicação de um teste cognitivo para testar hipóteses, com base na medição numérica e na análise estatística (Hernández *et al.*, 2006). Por outro lado, o estudo também se enquadra num modelo qualitativo pois, mais do que avaliar, o objetivo da investigação foi também o de descrever e interpretar, permitindo ao professor investigador dar sentido aos acontecimentos (Freixo, 2009; Vilelas, 2009).

O estudo obedeceu a um desenho pré-teste/pós-teste, no qual um grupo experimental e um grupo controlo foram sujeitos a avaliação através da aplicação de um teste cognitivo. Esta avaliação, em dois momentos, permitiu verificar se ocorreu alguma mudança com a intervenção pedagógica, realizada apenas no grupo experimental.

Neste sentido, foi definida como variável independente, a implementação ou não de um programa de intervenção pedagógica, avaliando-se, depois, esse efeito na variável dependente, que corresponde ao sucesso escolar dos alunos participantes.

No caso desta investigação existe um grupo controlo não equivalente, isto é, a seleção dos alunos não foi aleatória, uma vez que as turmas já estavam previamente constituídas. Assim, como se trata de um estudo quase-experimental, e não sendo a amostra aleatória, não é possível proceder a generalizações, permitindo, acima de tudo, levantar questões pertinentes que permitam estudos futuros mais profundos e favoreçam considerações para uma futura argumentação teórica sobre o tema.

Os estudos quase-experimentais caracterizam-se também por não necessitarem de longos períodos de observação e recolha de dados (Gonçalves & Nunes, 2005); o que sucedeu no presente caso, na medida em que a duração do programa de intervenção foi de nove tempos letivos, que foram lecionados ao longo de cerca de três semanas.

### III.3. Caraterização da amostra

Foi selecionada uma amostra por conveniência, constituída por um total de quarenta alunos. Estes alunos pertenciam a duas turmas do 7º ano de escolaridade, tendo uma sido definida como grupo de controlo (Turma C) e a outra como grupo experimental (Turma A).

O Quadro 1 apresenta a constituição da amostra do estudo, referindo-se as principais características dos grupos controlo e experimental.

**Quadro 1** - Caraterização da amostra.

Grupo experimental	n=19 (feminino= 8; masculino= 11)
Grupo de controlo	n=21 (feminino= 8; masculino= 13)

### III.4. Instrumentos de recolha e análise de dados

Para verificar se os alunos realizaram aprendizagens significativas durante o plano de intervenção pedagógica comparativamente aos alunos do grupo controlo, procedeu-se à recolha de dados a partir da aplicação de um teste cognitivo (Anexo I).

O teste cognitivo funcionou como pré-teste e pós-teste. Isto é, foi aplicado, em ambas as turmas, no início e no fim do estudo da temática “Os sismos”, o que foi coincidente com o início e o fim da intervenção pedagógica na turma escolhida como grupo experimental.

O teste cognitivo foi valorizado para um total de 100 pontos, sendo constituído por 12 itens de escolha múltipla, formulados a partir de suportes em texto, diagramas ou figuras, selecionados a partir de alguns manuais escolares do 7º ano de escolaridade (Costa *et al.*, 2015; Moreira *et al.*, 2015; Salsa *et al.*, 2015), em que era admitida apenas uma opção correta como resposta.

Como técnica de tratamento de dados, foi utilizada a análise estatística. A informação recolhida foi inserida no programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) para obter dados estatísticos relativamente aos resultados do pré-teste e pós-teste (Anexo II). Para tal, foi feita uma análise pormenorizada das médias obtidas nos testes cognitivos e das médias dos resultados obtidos em cada questão.

#### Teste de Man-Whitney

O teste de Mann-Whitney é um teste não paramétrico adequado para comparar as funções de distribuição de uma variável em duas amostras independentes (Marôco, 2010).

Este teste é utilizado como alternativa ao teste t-Student para amostras independentes, quando os pressupostos deste teste não são válidos e as amostras são de pequena dimensão. No caso em que as distribuições são normais, a eficiência assintótica do teste de Mann-Whitney é 95,5% da eficiência do t-Student (Marôco, 2010).

Enquanto o Teste t-Student compara as médias de duas amostras independentes, o teste de Mann-Whitney compara o centro de localização das duas amostras, como forma de detetar diferenças entre as duas populações correspondentes (Pestana & Gageiro, 1998).

O teste de Man-Whitney foi aplicado, numa primeira fase, para verificar se a situação inicial da amostra era igual no grupo de controlo e no grupo experimental, e numa segunda fase, para averiguar se passaram a existir diferenças significativas entre os grupos, após a realização do plano de intervenção pedagógica no grupo experimental.

As hipóteses do teste de Mann-Whitney, para o estudo da situação inicial e final, em ambos os grupos, foram:

$H_{0a}$ : O grupo experimental e o grupo de controlo são iguais em tendência central.

$H_{1a}$ : O grupo experimental e o grupo de controlo não são iguais em tendência central.

Assim, o teste de Mann-Whitney, em vez de se basear em parâmetros da distribuição normal como a média e a variância, baseia-se nas ordenações da variável (Marôco, 2010), permitindo-nos testar a homogeneidade dos dois grupos, ou seja, a igualdade de comportamento na amostra (Pestana & Gageiro, 1998),

### **Teste de Wilcoxon**

O tratamento estatístico dos resultados obtidos no pré-teste e no pós-teste refere-se a dois grupos relacionados, com uma distribuição livre. Assim, é necessário recorrer a um teste não-paramétrico como o teste de Wilcoxon (Wilcoxon rank Test), que pode ser utilizado em amostras pequenas, em que o atributo não tem distribuição Normal (Pocinho, 2010).

O teste de Wilcoxon baseia-se na ordenação das diferenças entre duas observações em cada indivíduo, permitindo verificar se a diferença, entre as médias do pré-teste e do pós-teste, para cada um dos grupos, é estatisticamente significativa.

As hipóteses formuladas, relativamente à aplicação do teste cognitivo, foram:

$H_{0b}$ : Não há diferenças significativas entre os resultados do pré-teste e os resultados do pós-teste.

$H_{1b}$ : Há uma média significativamente superior nos resultados do pós-teste em relação aos resultados do pré-teste.

## **III.5. Programa de intervenção pedagógica**

### **III.5.1. Agendamento do programa de intervenção**

Durante o programa de intervenção pedagógica, foram elaborados planos de aula, para nove tempos lectivos (Tabela 2), tendo-se a preocupação de contextualizar curricularmente todos os conteúdos abordados na temática “Os sismos”, integrante da disciplina de ciências naturais, do 7º ano de escolaridade.

**Tabela 2** - Planificação do programa de intervenção no grupo experimental.

<b>Data:12/04/2016</b> <b>Hora: 9:25-10:15</b> <b>Duração: 50´</b> <b>Sala: 22</b>	1ª Aula - Realização da ficha de avaliação de diagnóstico (teste cognitivo) como pré-teste.	<b>Planificação (Anexo III)</b>
<b>Data:12/04/2016</b> <b>Hora: 9:25-10:15</b> <b>Duração: 50´</b> <b>Sala: 22</b>	2ª Aula - Introdução ao estudo dos sismos: causas e teoria do ressalto elástico.	<b>Planificação (Anexo III)</b>
<b>Data:13/04/2016</b> <b>Hora: 9:25-10:15</b> <b>Duração: 50´</b> <b>Sala: 32</b>	3ª Aula - Atividade prática: "Propagação de ondas sísmicas de profundidade e de superfície."	<b>Planificação (Anexo III)</b>
<b>Data:19/04/2016</b> <b>Hora: 9:25-10:15</b> <b>Duração: 50´</b> <b>Sala: 22</b>	4ª Aula - A intensidade e magnitude sísmicas. A Escala Macrossísmica Europeia e a Escala de Richter.	<b>Planificação (Anexo III)</b>
<b>Data:19/04/2016</b> <b>Hora: 8:25-9:15</b> <b>Duração: 50´</b> <b>Sala: 22</b>	5ª Aula - Intensidade sísmica. Análise de cartas de isossistas.	<b>Planificação (Anexo III)</b>
<b>Data:20/04/2016</b> <b>Hora: 9:25-10:15</b> <b>Duração: 50´</b> <b>Sala: 32</b>	6ª Aula - Medidas a tomar antes, durante e após a ocorrência de um sismo. Atividade prática: "Construções antissísmicas".	<b>Planificação (Anexo III)</b>
<b>Data: 26/04/2016</b> <b>Hora: 8:25-9:15</b> <b>Duração: 50´</b> <b>Sala:22</b>	7ª Aula - O risco sísmico.	<b>Planificação (Anexo III)</b>
<b>Data:26/04/2016</b> <b>Hora: 9:25-10:15</b> <b>Duração: 50´</b> <b>Sala: 22</b>	8ª Aula - Relação entre a distribuição dos sismos e dos vulcões com os limites de placas tectónicas.	<b>Planificação (Anexo III)</b>
<b>Data:27/04/2016</b> <b>Hora: 9:25-10:15</b> <b>Duração: 50´</b> <b>Sala: 32</b>	9ª Aula - Atividade prática em ABRP: "Mica e Nico e os sismos". Realização do teste cognitivo como pós-teste.	<b>Planificação (Anexo III)</b>

No caso do grupo controlo, apenas foram agendadas as aulas com as seguintes datas:

**Tabela 3** - Calendarização da aplicação do pré-teste e do pós-teste cognitivo, no grupo controlo.

<b>Data: 19/04/2016</b> <b>Hora: 11:30-12:20</b> <b>Duração: 50´</b> <b>Sala: 23</b>	Realização do teste cognitivo como pré-teste.
<b>Data: 24/05/2016</b> <b>Hora: 11:30-12:20</b> <b>Duração: 50´</b> <b>Sala: 23</b>	Realização do teste cognitivo como pós-teste.

### III.5.2. Dinâmica das aulas

Este projeto de investigação enquadra-se numa perspetiva socioconstrutivista da aprendizagem, nomeadamente na teoria sociocultural de Vygotsky e na importância que o professor tem como mediador dessa aprendizagem, ou seja, como facilitador do processo, promovendo a aceleração cognitiva da zona de desenvolvimento proximal (Vasconcelos & Almeida, 2012).

Segundo Vygotsky (2007), o aluno, ao trabalhar em grupo, trabalha a sua aprendizagem e ao mesmo tempo a dos colegas. Isto é, a construção partilhada dos saberes permite o efetivo desenvolvimento de capacidades, que se traduzirá em alunos mais autónomos e capazes de aprender ao longo da vida, ou seja, mais capazes de responder aos desafios da Sociedade da Informação e do Conhecimento (Vasconcelos & Almeida, 2012).

Assim, para levar a cabo o processo de construção e integração de novo conhecimento na estrutura cognitiva dos alunos, procedeu-se à planificação de estratégias de ensino-aprendizagem diversificadas, onde se procuraram integrar os diferentes recursos pedagógicos utilizados durante as aulas, na implementação de uma dinâmica de grupos, o que permitiu aumentar o interesse e a interactividade dos intervenientes.

As estratégias delineadas tiveram como objetivo ajudar os alunos nas suas aprendizagens, de modo a que fossem capazes de descrever os fenómenos naturais, compreendendo as teorias e os modelos atualmente aceites para a explicação de

fenómenos e processos geológicos e biológicos. Neste caso concreto, a influência da litologia na intensidade sísmica e da atividade sísmica no equilíbrio dos ecossistemas.

Partindo da ideia que os alunos dominam conceitos e princípios, admite-se que são, também, capazes de planificar trabalhos práticos e procedimentos experimentais que os conduzam a obter a resposta a uma questão ou problema inicial.

Para alunos com melhor desempenho esperou-se, ainda, que planificassem ações com a idealização/conceção de modelos que pudessem ser utilizados em simulações de fenómenos naturais.

### **III.5.2.1. Materiais didáticos**

O desenvolvimento de experiências de aprendizagem enriquecedoras focaliza-se, muitas vezes, na utilização de materiais didáticos diversificados, em sala de aula, adaptados aos conteúdos que estiverem a ser ensinados, aos alunos da turma e ao professor. Como consequência, o processo de ensino aprendizagem fica mais concreto, menos teórico, mais eficaz e eficiente, tornando a aula mais estimulante, mais envolvente, aproximando o aluno do conhecimento (Fiscarelli, 2007).

No contexto educativo, é fundamental estabelecer a estreita correlação entre os materiais didáticos, a criatividade e os objetivos educacionais (Silva *et al.*, 2009), funcionando esses recursos como mediadores da aprendizagem. Contudo, dentro desse contexto, os mesmos devem ser construídos de modo reflexivo e provocativo, propiciando aprendizagens múltiplas, tanto para o aluno como para o docente.

No que concerne aos professores, usar um material didático significa também exigir mais da prática docente, ter cuidado com o exercício da autonomia docente, e apropriar-se de práticas escolares novas (Fiscarelli, 2007).

#### **III.5.2.1.1. Material didático multimédia**

Na designada Sociedade da Informação e do Conhecimento o fluxo de informação é intenso, em permanente mudança, e o conhecimento é um recurso flexível, fluido, sempre em expansão e em construção (Hargreaves, 2003).

É fundamental propor aos alunos abordagens multidisciplinares, nomeadamente mediadas pelas Tecnologia de Informação e Educação, que os preparem para lidar com as

incertezas de um mundo global, em que a aprendizagem e o conhecimento são os melhores instrumentos para a inserção na sociedade.

A pedagogia digital inclui várias alterações axiomáticas em relação à pedagogia tradicional e apresenta uma abordagem construtivista, em que os alunos constroem o seu próprio conhecimento num contexto social. Como tal, promove habilidades de pensamento de ordem superior e os alunos passam de um mero lembrar de conteúdos para a aquisição de uma profunda compreensão dos conceitos. Desenvolve-se uma análise crítica, metacognição e reflexão, muitas vezes através da criação, edição e publicação on-line (Viana, 2009).

Segundo Loureiro & Rocha (2012), uma sociedade digital ou em rede é um precursor para uma sociedade baseada no conhecimento, sendo importante: (i) saber como aceder à informação e saber como a recolher em ambientes virtuais/digitais; (ii) gerir e organizar informação para a poder utilizar no futuro; (iii) avaliar, integrar, interpretar e comparar informação de múltiplas fontes; (iv) criar e gerar conhecimento adaptando, aplicando e produzindo nova informação; (v) comunicar e transmitir informação para diferentes e variadas audiências, através de meios adequados.

Neste contexto, foi elaborado e depois explorado em sala de aula um PowerPoint sobre os sismos (Anexo IV), tendo sido também desenvolvidos dois cenários de problematização enquadrados na modelação análoga, e na metodologia ABRP, como estratégia de ensino.

### **Cenário 1: “A influência da litologia na intensidade sísmica”**

Com base na metodologia ABRP, foi criado um cenário de aprendizagem (Figura 5) em formato de vídeo (que pode ser acedido em: <https://www.youtube.com/watch?v=CkuqJnU0hME>), que teve como objetivo apresentar o saber de forma problematizadora, para que os alunos perante os factos evidenciados tivessem que procurar soluções para o problema de investigação apresentado.





**Figura 5** - Imagem do cenário de problematização nº 1: “Mica e Nico e os sismos” (acedido em: <https://www.youtube.com/watch?v=CkuqJnU0hME>, 12/05/2016).

Este cenário seguiu as etapas fundamentais da ABRP (Woods, 1994; Ronis, 2008), apresentadas a seguir:

- Análise, definição e exploração do problema, formulação de hipóteses, identificação de conceitos/temáticas subjacentes.
- Identificação do corpo de conhecimentos prévios e pertinentes a mobilizar e do corpo de conhecimentos necessários a construir com vista à resolução do problema.
- Trabalho colaborativo em pequenos grupos de alunos para organizar, planificar e estabelecer as prioridades e os objectivos da aprendizagem, os recursos necessários, e distribuir tarefas.
- Preparação individual e auto-aprendizagem através de atividades como, por exemplo, pesquisa e partilha dos conhecimentos construídos e mobilizados com os restantes membros do grupo.
- Integração, transferência e uso do conhecimento na resolução do problema.
- Avaliação e reflexão da eficácia do processo de resolução usado e das soluções apresentadas.

De acordo com a metodologia ABRP, os problemas formulados devem partir de situações reais (Woods, 1994). A situação real (problema) que serviu para a formulação de questões orientadoras dos processos de ensino e aprendizagem foi apresentada no vídeo: “Mica e Nico e os sismos”, relativo à temática: “Os sismos”.

Estas questões-problema não foram respondidas diretamente, tendo sido inicialmente apresentados factos através de diálogos orientados pela personagem Mica e por discussões realizadas entre esta personagem e uma segunda, o Nico. (Os factos apresentados aos alunos em formato de vídeo podem também ser visualizados a partir de algumas imagens que se encontram no Anexo V).

Os factos foram incluídos propositadamente durante os diferentes diálogos, com o objetivo de os alunos relacionarem os conceitos que estudaram em aulas anteriores, com a informação que estava a ser explorada no momento, de modo a conseguirem organizar e delinear uma resposta a cada uma das questões colocadas.

Segundo Woods (1994) e Ronis (2008), de acordo com a metodologia ABRP, para dar seguimento ao trabalho dos alunos, no final do vídeo, colocou-se a personagem Nico a sugerir que se realizasse uma atividade prática para se encontrar uma resposta para a questão colocada pela Mica.

Os alunos do grupo experimental foram organizados em grupos, tendo-se desenvolvido uma atividade prática com recurso à modelação análoga, utilizando-se modelos construídos pelo professor.

Antes de se dar início à atividade, os alunos foram questionados sobre a organização/estrutura dos modelos, tendo sido clarificados os objetivos a atingir com o processo de modelação.

### **Cenário nº 2: “A influência dos sismos na evolução das populações”**

Na unidade de ensino que aborda o estudo da atividade sísmica, o programa recomenda que, metodologicamente, os alunos devam refletir sobre as causas e efeitos dos sismos, nomeadamente quando comprometem o equilíbrio dos ecossistemas, devendo dar-se particular relevo aos que tiverem ocorrido recentemente e aos que suscitarem maior interesse nos alunos.

No entanto, e apesar do programa não o mencionar, é importante que os alunos compreendam também a existência de alguns efeitos positivos que podem ocorrer ao nível dos ecossistemas, nomeadamente na evolução das populações.

Neste contexto, foi concebido o cenário de problematização: “A influência dos sismos na evolução das populações” (Figura 6).



**Figura 6** - Esquema representativo do cenário de problematização nº 2.

*“Existe uma população de ratinhos que habita uma ilha isolada no meio do Oceano Atlântico. Esta ilha apresenta dois ambientes diferentes. No lado esquerdo da ilha existe a flora típica da ilha, para a qual os ratinhos se dirigem de dia para se alimentarem. No lado direito da ilha existem grutas, onde os ratinhos constroem galerias para pernoitarem e esconderem-se dos predadores.*

*Num determinado momento, ocorreu um sismo de magnitude 7,5 com epicentro próximo da ilha. O sismo provocou a abertura de uma grande fenda na ilha que a fez dividir-se em duas novas ilhas com ambientes diferentes. Esta separação levou a que a população de ratinhos ficasse dividida em duas e impedida de comunicar entre si. Parte da população de ratinhos passou a habitar uma ilha que possuía apenas vegetação (ilha A), enquanto que a outra população de ratinhos passou a habitar uma ilha que possuía as grutas (ilha B).*

*Ao longo do tempo as duas novas populações de ratinhos evoluíram de acordo com o tipo de ambiente que passaram a habitar, sem nunca mais se voltarem a encontrar.”*

Após a apresentação do cenário de problematização, foram colocadas as seguintes questões-orientadoras, que os alunos discutiram e resolveram entre si:

- a)** No futuro, as duas populações de ratinhos que habitam separadamente as novas ilhas, serão exatamente iguais à população de ratinhos original?
- b)** No futuro, a população de ratinhos que habita a nova ilha A, apresentará os mesmos caracteres, que a população de ratinhos que habita a ilha B?
- c)** Os sismos apresentam unicamente efeitos negativos no equilíbrio dos ecossistemas?

A partir da exploração deste cenário os alunos teriam que compreender que os sismos têm influência na evolução das populações, tendo sido introduzidos os conceitos de evolução e divergência genética.

Relativamente à questão **(a)**, os alunos compreenderam que as duas populações de ratinhos irão evoluir de modo diferente, de acordo com o tipo de ambiente em que habitam, desenvolvendo diferentes características/carateres que os tornarão diferentes da população de ratinhos original.

De acordo com a questão **(b)**, os alunos referiram que seria impossível que as duas novas populações de ratinhos fossem iguais no futuro. Os alunos identificaram como principal consequência para estas diferenças a existência da flora típica na ilha A e a existência de grutas na ilha B. Os alunos explicaram que os ratinhos da população que habita a ilha A iriam alimentar-se de recursos completamente diferentes daqueles que existem na ilha B. Os alunos também referiram que o facto da população de ratinhos que habita a ilha B viver numa área que possui grutas, permitirá o desenvolvimento de outros carateres, nomeadamente os sentidos do olfato e da audição, em detrimento da visão, o que não sucede com a população de ratinhos que vive na ilha A.

Em relação à questão **(c)**, os alunos chegaram à conclusão que nem sempre um sismo apresenta efeitos negativos nos ecossistemas. Os alunos demonstraram, utilizando o exemplo das populações de ratinhos, que a ocorrência de um sismo pode desencadear mecanismos que propiciam a evolução das populações.

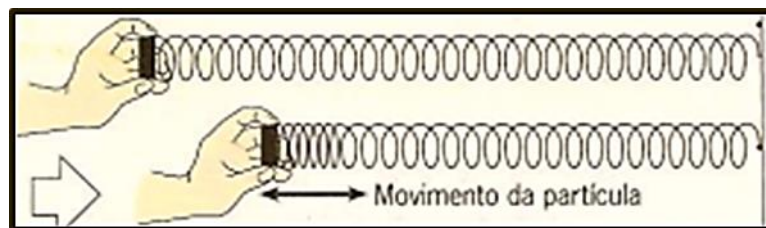
### **III.5.2.1.2. Materiais manipuláveis**

Segundo uma perspetiva construtivista, os alunos parecem aprender de um modo mais eficaz quando se recorre a materiais manipuláveis e se lhes dá oportunidade de interagir uns com os outros, sobretudo nos níveis mais baixos de escolaridade. Os materiais permitem que os alunos reflitam sobre as suas experiências e comuniquem uns com os outros originando uma aprendizagem mais significativa e duradoura, isto é, tenham um papel ativo e reflexivo na construção do seu saber (Vale, 1999).

Na aula número 3 foi realizada a simulação da propagação de ondas sísmicas de profundidade (P e S), através de pequenas experiências teoricamente enquadradas, utilizando-se como materiais manipuláveis molas e cordas (Figuras 7, 8 e 9).



**Figura 7** - Molas e cordas utilizadas para simular a propagação das ondas sísmicas.



**Figura 8** - Utilização da mola para simular a propagação das ondas sísmicas P. (Retirado de: [http://moodle.fct.unl.pt/pluginfile.php/45205/mod\\_resource/content/0/Planeamento\\_UnidadeDidactica/aula\\_8\\_Actividade\\_prof.pdf](http://moodle.fct.unl.pt/pluginfile.php/45205/mod_resource/content/0/Planeamento_UnidadeDidactica/aula_8_Actividade_prof.pdf), 18/07/2016).



**Figura 9** - Utilização da corda para simular a propagação das ondas sísmicas S. (Retirado de: [http://moodle.fct.unl.pt/pluginfile.php/45205/mod\\_resource/content/0/Planeamento\\_UnidadeDidactica/aula\\_8\\_Actividade\\_prof.pdf](http://moodle.fct.unl.pt/pluginfile.php/45205/mod_resource/content/0/Planeamento_UnidadeDidactica/aula_8_Actividade_prof.pdf), 18/07/2016).

### III.5.2.1.3. Modelos didáticos

Um aluno, com espírito de investigação, não detém a sua atenção num modelo que permaneça estático. Para que um modelo atraia a atenção é necessário que seja interativo. Então, não é o material em si o objecto de atenção, mas sim as transformações que se efetuam sobre ele. E é através de uma série contínua de tentativas que os alunos descobrem relações e propriedades, facilitando o passo do concreto para o abstracto (Vale, 1999).

Na elaboração dos modelos, manipulados em sala de aula, foram utilizados materiais que os alunos reconhecessem, com o objetivo de criar uma maior aproximação entre as representações mentais dos alunos e as representações de um modelo científico.

Assim, a utilização destes recursos pedagógicos teve como objetivo permitir a interligação entre os conceitos teóricos, explorados em contexto de sala de aula, e os processos geológicos e biológicos que ocorrem na natureza, apresentados nos cenários de problematização.

A realização de aprendizagens efetivas requer também que os alunos tenham a oportunidade de testar e manipular os diferentes modelos, e as suas variáveis, pois é através da sua exploração que os alunos constroem os seus modelos mentais, permitindo que compreendam a natureza da ciência (Torres, 2016).

### **Modelo nº 1: “Construção antissísmica A”**

Um dos aspetos mais importantes dos edifícios com tecnologias mais modernas de prevenção antissísmica é o sistema de contrapeso inercial.

O sistema de contrapeso inercial é instalado na parte superior do edifício e é constituído por uma bola enorme de massa aproximadamente com 600 toneladas, suspensa por cabos de aço e amortecedores hidráulicos. Esta bola pode oscilar em qualquer direção mas sempre no sentido contrário à inclinação do edifício que acompanha as vibrações do solo. Este movimento da bola absorve energia e permite a redução do balanço do prédio em cerca de 40%, ao diminuir as vibrações e o risco de danos estruturais (Ribas *et al.*, 2012).

Para a elaboração do modelo nº 1, utilizaram-se duas garrafas de plástico, uma com um pêndulo no seu interior (uma bola de ferro) com o objetivo de representar um edifício detentor do sistema de contrapeso e outra sem o pêndulo e a bola de ferro, para simular um edifício sem construção antissísmica (Figura 10).



**Figura 10** - Modelo nº 1, construção antissísmica A.

No seguimento do procedimento experimental, efetuou-se a simulação das vibrações sísmicas e o registo das observações efetuadas pelos alunos (Quadro 2).

**Quadro 2** - Registo das observações dos alunos, após a manipulação do modelo nº 1.

Garrafa sem pêndulo	Garrafa com pêndulo
A garrafa que não contém o peso, vibra de acordo com a propagação das ondas sísmicas e cai.	O peso no interior da garrafa compensa as oscilações do edifício e impede que a garrafa/edifício caia.

**Modelo nº 2: “Construção antissísmica B”**

Todos os objetos vibratórios, incluindo os edifícios, tendem a parar de vibrar à medida que o tempo passa, pois a amplitude da vibração decai com o tempo. Sem amortecimento, um objeto vibratório, uma vez posto em movimento, irá vibrar durante mais tempo. Isto é, quanto maior amortecimento um edifício possui, mais rápido irá parar de vibrar, o que é, altamente desejável do ponto de vista da resistência sísmica (Alves *et al.*, 2012).

Para a construção do modelo nº 2 (Figuras 11, 12 e 13), foram realizadas investigações sobre as construções antissísmicas utilizadas na engenharia das habitações, nomeadamente sobre a presença de sistemas de amortecimento na base dos edifícios.

Ao construir um novo edifício, a preocupação começa na fundação, parte do edifício que fica em contacto com o solo. Estes edifícios têm então nas suas fundações alicerces com suspensão para absorver o impacto gerado pelo terramoto. Tanto podem ser instalados amortecedores eletrónicos, que podem ser controlados à distância, como podem ser instalados amortecedores de molas que funcionam de maneira equivalente à suspensão dos carros (Alves *et al.*, 2012).

O modelo nº 2 é composto por dois edifícios: um sem construção antissísmica e o outro com uma construção antissísmica, apresentando molas de suspensão na base (Figuras 11 e 12), tendo sido colocado na parte superior de cada modelo/edifício um recipiente com água corada, que serviu para avaliar os efeitos das vibrações sísmicas nos mesmos (Figura 13).





**Figura 11** - Modelo nº 2: Base do edifício sem construção antissísmica.



**Figura 12** - Modelo nº 2: Base do edifício com construção antissísmica (sistema de molas).



**Figura 13** - Modelo nº 2, construção antissísmica B.

No final da atividade, os alunos concluíram que a presença de amortecedores/molas impediu que o prédio, com construção antissísmica, entrasse em ressonância durante o sismo, pois as molas absorveram as vibrações.



### Modelo nº 3: “A influência da litologia na intensidade sísmica”

De forma a simular a influência de diferentes litologias na intensidade sísmica, construiu-se um modelo composto por três cenários, que diferiam no tipo de material rochoso utilizado (Figura 14).

- Cenário 1: com granito.
- Cenário 2: com areia seca.
- Cenário 3: com areia saturada em água.

Em cada um dos cenários foram edificadas três construções semelhantes, com quatro andares, utilizando-se legos com plasticina, e três árvores construídas com palitos, esponja verde e plasticina.

Para simular as vibrações sísmicas, recorreu-se à vibração do tabuleiro, onde o modelo estava assente.



**Figura 14** - Modelo nº 3: “A influência da litologia na intensidade sísmica”.

Após a simulação do sismo, registaram-se, num quadro (Quadro 3), os diferentes graus de destruição nos diferentes cenários, avaliando-se, desta forma, a intensidade sísmica.

**Quadro 3** - Registo de resultados: A influência da litologia na intensidade sísmica.

Dispositivo experimental/ material rochoso	Grau de destruição	
Cenário 1: Granito	-	- Fraco grau de destruição + Moderado grau de destruição ++ Forte Grau de destruição
Cenário 2: Areia seca	+	
Cenário 3: Areia saturada em água	++	

No fim da atividade experimental, ambos os grupos dos dois turnos concluíram, a partir das observações e registos efetuados, que o tipo de litologia apresenta influência na intensidade sísmica.

Os alunos compreenderam que a intensidade sísmica será maior, quanto menor for o grau de consolidação das rochas, e maior for o nível de saturação em água do solo.

#### Modelo nº 4: “Efeito do nível de consolidação do solo na intensidade sísmica”

O modelo número 4 incluía dois cenários (Figuras 15 e 16) e permitiu simular o efeito do nível de consolidação do solo na intensidade sísmica.

Foram utilizadas duas garrafas, recortadas, de 0,5 l.

Na garrafa nº 1, foi colocada apenas areia, para representar um solo não consolidado.

Na garrafa nº 2, foi colocada areia misturada com gesso e água, para representar um solo consolidado.

Em ambas as garrafas foram “espetadas” moedas, de modo a representar os alicerces de edifícios.

Para simular um sismo, recorreu-se à vibração das garrafas de plástico, onde as moedas se encontravam inseridas.

No final, os alunos constataram que no solo mais consolidado a intensidade sísmica avaliada era menor, pois a moeda não se tinha enterrado na areia enquanto no outro dispositivo a moeda foi soterrada pela areia.



**Figura 15** - Dispositivo experimental antes do sismo.



**Figura 16** - Dispositivo experimental após o sismo.

### **Modelo nº 5: “Observação do efeito de subsidência”**

Tendo por objetivo simular o efeito de subsidência, durante a ocorrência de um sismo, utilizou-se o modelo apresentado nas Figuras 17 e 18.

Utilizou-se um garrafão recortado e areia, e edificou-se uma construção utilizando legos e plasticina.

Para simular as vibrações sísmicas, recorreu-se à vibração do garrafão de plástico.

Após as vibrações sísmicas, verificou-se que a construção acabou soterrada na areia.



**Figura 17** - Observação do efeito de subsidência, durante um sismo.



**Figura 18** - Os alunos realizam observações e registam os resultados.

#### **III.5.2.1.4. O V de Gowin como instrumento de ensino aprendizagem**

O diagrama em V de Gowin, pode ser útil como um instrumento de meta-aprendizagem. Isto é, permite aprender a aprender, o que significa que o aluno fica a perceber como se aprende a usar esse conhecimento, o que facilita novas aprendizagens.

O indivíduo que aprende a aprender percebe que não só o conhecimento humano é construído mas também que o seu próprio conhecimento é adquirido através de um processo de construção. Nesse caso, ao invés de simplesmente tentar armazenar mecanicamente novos conhecimentos ele vai procurar analisar a estrutura desses conhecimentos a fim de relacioná-los de maneira significativa aos conhecimentos que já possui (Moreira, 2006).

Com a utilização do V de Gowin, pretende-se que o aluno seja capaz de mobilizar saberes, identificar as tarefas procedimentais, e elaborar inferências a partir dos registos efetuados de modo a dar resposta à questão-problema, o que requer a conjugação entre o pensamento e a escrita científica (Ferreira, 2012). Deste modo, este tipo de diagrama torna-se um instrumento muito importante em aulas de carácter prático/experimental, pois permite efetuar análises do processo de aprendizagem dos alunos, verificando-se se ocorreu uma aprendizagem efetiva (Gowin & Alvarez, 2005). Neste enquadramento, foi elaborado um V de Gowin (Anexo VI) que foi utilizado como relatório da atividade prática: “Propagação de ondas sísmicas de profundidade”.

# Capítulo IV - Apresentação e discussão de resultados

## IV.1. Introdução

O objetivo essencial deste estudo era verificar se o recurso à modelação no ensino em ciências, enquadrada na ABRP, contribui para o desenvolvimento de aprendizagens significativas em contexto de sala de aula, no âmbito do estudo da influência da litologia na intensidade sísmica, e da influência da atividade sísmica no equilíbrio dos ecossistemas.

Para responder a este problema, foi selecionada uma amostra por conveniência, constituída por um total de quarenta alunos, pertencentes a duas turmas do 7º ano de escolaridade, tendo uma sido definida como grupo de controlo (Turma C) e a outra como grupo experimental (Turma A).

O grupo experimental foi sujeito a um programa de intervenção pedagógica específico enquanto para o grupo de controlo foi seguida uma metodologia tradicional de ensino, tendo sido aplicado, a ambos os grupos, um teste cognitivo que funcionou como pré-teste e como pós-teste.

Antes da implementação do plano de intervenção pedagógica, no grupo experimental, procedeu-se a uma caracterização do perfil dos alunos da turma de modo a adequar aos alunos as estratégias de ensino aprendizagem e os instrumentos de recolha de dados.

Apesar do grupo experimental possuir alguns alunos com grandes capacidades a nível de raciocínio científico e crítico, possuía, na sua maioria, alunos com um grande défice de atenção e falta de empenho para a realização das tarefas propostas.

## IV.2. Estado inicial da amostra

A situação inicial da amostra foi analisada antes da implementação do programa de intervenção pedagógica, através do cálculo das médias obtidas no pré-teste e da significância das diferenças desse valor entre o grupo de controlo e o grupo experimental (Quadro 4).

**Quadro 4** - Valores de estatística descritiva do pré-teste cognitivo, no grupo controlo e no grupo experimental.

Pré-Teste Cognitivo	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Grupo experimental (n=19)	20	65	39,7	16,12
Grupo controlo (n=21)	30	85	48,6	15,42

Verificou-se que a média obtida no pré-teste foi superior no grupo de controlo (48,6% contra 39,7%, no grupo experimental), apresentando um desvio padrão inferior (15,42 contra 16,12).

Na aplicação do teste de Mann-Whitney, no início da intervenção, obteve-se uma diferença estatisticamente não significativa entre os dois grupos ( $U=134,00$ ;  $p=0,078$ ). A aplicação do teste de Mann-Whitney, aos resultados do pré-teste, mostra que  $p=0,078$  é superior ao nível de significância ( $p>0,05$ ), o que leva a concluir, para 95% de intervalo de confiança, que as duas distribuições não diferem na tendência central, aceitando-se  $H_{0a}$ .

Assim, a diferença observada, no valor da média, entre o grupo de controlo e o grupo experimental, não era estatisticamente significativa, o que permite afirmar que os dois grupos apresentavam características semelhantes e que era possível a sua utilização para comparar os efeitos do programa de intervenção pedagógica.

### IV.3. Resultados do pós-teste

No fim do plano de intervenção foi aplicado, novamente, a ambos os grupos, o Teste Cognitivo, como pós-teste. Os resultados obtidos, pelo grupo de controlo e pelo grupo experimental, encontram-se expressos no Quadro 5.

**Quadro 5** - Valores de estatística descritiva do pós-teste cognitivo, no grupo controlo e no grupo experimental.

Pós-Teste Cognitivo	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
<b>Grupo experimental (n=19)</b>	25	85	66,3	16,49
<b>Grupo controlo (n=21)</b>	20	80	47,9	17,64

A partir da análise dos dados do Quadro 5, verifica-se que a média no pós-teste é superior no grupo experimental. Este grupo tinha obtido no pré-teste uma média inferior à do grupo controlo.

Na aplicação do teste de Mann-Whitney obtivemos uma diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos ( $U=82,00$ ;  $p=0,001$ ), com  $p < 0,01$ , para 99% de intervalo de confiança, o que mostra que o plano de intervenção pedagógica permitiu melhorias cognitivas mais evidentes aos alunos do grupo experimental, que tinham tido um menor grau de desempenho na avaliação inicial. Aceita-se, assim,  $H_{1a}$ .

### Teste de Wilcoxon

Para verificar se a diferença entre as médias do pré-teste e do pós-teste, para cada um dos grupos, era estatisticamente significativa utilizou-se o teste de Wilcoxon.

**Quadro 6** - Análise estatística do teste de Wilcoxon

Parâmetros	Grupo controlo	Grupo experimental
<b><i>z</i></b>	-0,615	-3,136
<b><i>P value</i></b>	0,539	0,002

No grupo de controlo, a média do pré-teste foi de 48,6% e no pós-teste de 47,9%, verificando-se uma ligeira descida na média do Teste Cognitivo. A diferença obtida não foi estatisticamente significativa ( $Z=- 0,615$ ;  $p= 0,539$ ). Aceita-se  $H_{0b}$ .

No grupo experimental, verificou-se uma melhoria da média do Teste Cognitivo (passou de 39,7% para 66,3%). A diferença obtida revelou-se estatisticamente significativa ( $Z=- 3,136$ ;  $p= 0,002$ ), com  $p < 0,01$ , o que indica que para 99% de intervalo de confiança, há melhoria na média no grupo experimental do pré-teste para o pós-teste. Aceita-se  $H_{1b}$ .

## Capítulo V - Conclusões

### V.1. Conclusões gerais do estudo

Tendo como pressuposto o enquadramento teórico da investigação, apresentado no Capítulo II, os objetivos educacionais propostos para a concretização deste projecto, e os resultados obtidos, pode afirmar-se que:

- O plano de intervenção teve impacto positivo na melhoria dos resultados cognitivos dos alunos do grupo experimental, o que permite afirmar que a modelação no ensino em ciências, enquadrada na ABRP, contribui para o desenvolvimento de aprendizagens significativas em contexto de sala de aula, sendo um caminho a seguir na procura do sucesso escolar;
- A modelação desempenhou um papel importante no processo de ensino-aprendizagem, facilitando a compreensão de conceitos mais complexos que, normalmente, implicam um grande grau de abstração por parte do aluno;
- Os alunos ficaram a compreender a influência de litologia na intensidade sísmica, e a influência da atividade sísmica no equilíbrio dos ecossistemas;
- A motivação, o interesse, o trabalho colaborativo, a autonomia e o pensamento crítico foram capacidades e competências desenvolvidas durante o programa de intervenção pedagógica;
- Ocorreu o desenvolvimento, por parte dos alunos, de um raciocínio científico e de saberes relacionados com o processo científico, nomeadamente, recolher factos, problematizar, gerar explicações, argumentar e comunicar; objetivos integrantes da ABRP mas não contemplados na maioria das metodologias mais comuns na aula de ciências, tal como refere Vasconcelos *et al.* (2012).

### V.2. Limitações da investigação e sugestões

Ao realizar este estudo verifiquei que apesar das diferentes vantagens que este apresentava, trouxe consigo, logo desde o início, algumas dificuldades no que diz respeito ao tempo e à selecção da amostra para o efetuar.



A investigação foi desenvolvida no âmbito da Iniciação à Prática Pedagógica (IPP) que é uma unidade curricular que engloba também a Prática de Ensino Supervisionada (PES) e, por isso, o espaço temporal destinado a este estudo além de ser, por si só, diminuto, teve de ser repartido com a PES.

O facto de ter sido necessário a seleção de uma outra turma do 7º ano de escolaridade, para ser utilizada na investigação, levou a que tivesse de conciliar a disponibilidade de horário de uma nova professora e de uma nova turma com aquela que eu própria possuía.

Na turma, que funcionou como grupo experimental, a pouca familiarização dos alunos com as metodologias da ABRP, dificultou, por vezes, o normal desenvolvimento das aulas.

Outra das limitações encontradas residiu na escolha de materiais capazes de suscitar a curiosidade/interesse dos alunos e que os permitissem manter concentrados durante a aula.

Para superar estes problemas, procurei sempre testar os diferentes materiais, simulando as diversas atividades antes de as aplicar em sala de aula. Assim, analisei as vantagens e desvantagens da aplicação de cada material que poderia vir a utilizar. Qualquer peça para integrar um modelo ou cenário, teve que passar por uma série de testes, nos quais parâmetros como cor, formato e função foram devidamente analisados.

Concluí que, antes de se seleccionarem determinados recursos/materiais didáticos, se deve ter uma noção prévia dos efeitos positivos ou negativos que os mesmos poderão ter sobre o comportamento dos alunos, devendo, por isso, estar adequados ao seu perfil.

É de referir que durante todo o programa de intervenção pedagógica se procedeu a uma contínua reflexão e avaliação, o que permitiu uma reformulação constante das estratégias e materiais a utilizar.

### **V.3. Contribuição para o desenvolvimento profissional**

Em termos pessoais, considero que a realização desta investigação levou a que obtivesse uma melhor perceção sobre os diversos desafios com que os professores têm de lidar diariamente, principalmente no que se refere à seleção de metodologias/estratégias/instrumentos a aplicar em sala de aula.

Os alunos não foram os únicos indivíduos a desenvolver competências enquadradas na temática em estudo. O trabalho de investigação, através da pesquisa bibliográfica, questionamento, experimentação, manipulação de variáveis e modelação, possibilitou que,

como professora, adquirisse novas capacidades de trabalho, quer a nível pedagógico quer científico, principalmente na área referente à sismologia.

Assim, com este trabalho de investigação consolidei as minhas bases de conhecimentos de natureza científica e educacional e desafiei-me a ultrapassar os meus próprios limites, através do desenvolvimento da criatividade e de competências relacionadas com a comunicação e gestão do tempo.

No decorrer da investigação tive a oportunidade de aplicar os conhecimentos e ferramentas adquiridos durante estes dois anos de Mestrado relativamente ao ensino em Ciências Naturais.

Com a realização deste trabalho de investigação espero ter contribuído para uma reflexão sobre a prática letiva nas aulas de ciências, levando atuais e futuros professores a reformularem as suas práticas, de modo, a desenvolverem o interesse, o empenho e o pensamento crítico dos seus alunos, ajudando-os a aprender a aprender.

## Capítulo VI - Referências Bibliográficas

- Abreu, E.J.A. (2012). *Estudo das condições de liquefação da areia de Coimbra em triaxial estático e cíclico*. Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em Engenharia Civil – Especialização em Geotecnia, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Albardeiro, L. & Moura, D. (2010). Estudo do Risco Sísmico e Prevenção de Tsunamis no Algarve. Avaliação de risco sísmico no Algarve: efeito de sítio. Projecto ERSTA, Universidade do Algarve.
- Alves, B., Gomes, J., Fernandes, M., Ferraz, M., Ferreira, P., Correia, R. & Pintão, T. (2012). A ação dos sismos sobre os edifícios. Porque é que alguns edifícios não caem? Projeto FEUP.
- Bezzeghoud, M., Borges, J.F. & Caldeira, B. (2013). *Fontes sísmicas ao longo da fronteira de placas tectónicas entre os Açores e a Argélia: um modelo sismotectónico*. In: R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha, J.C. Kullberg (Eds), *Geologia de Portugal*, vol. 2, Escolar Editora.

- Borges, J. F., Fitas, A. J. S., Bezzeghoud, M. & Teves-Costa, P., (2001). *Seismotectonics of Portugal and its adjacent Atlantic area*. *Tectonophysics*, 337, 373-387.
- Bozzo, L.M. & Barbat, A.H. (2004) *Diseño Sismorresistente de Edificios: Técnicas convencionales y avanzadas*. Editorial Reverté, Barcelona, España.
- Bufo, E., Bezzeghoud, M., Udias, A. & Pro, C. (2004). Seismic sources in the Iberian-African Plate Boundary and their Tectonic Implications. *Pure and Applied Geophysics*, 161: 623 – 646.
- Cabral, J. (2012). Neotectonics of mainland Portugal: state of the art and future perspectives. *Journal of Iberian Geology* 38 (1): 71-84
- Chianga, L.C., Linb, Y.P., Huangc, T., Schmeller, D.S., Verburgf, P.H., Liug, Y.L. & Ding, T.S. (2013). Simulation of ecosystem service responses to multiple disturbances from an earthquake and several typhoons. *Landscape and Urban Planning* 122: 41–55.
- Costa, A.P.N.C. (1993). *Acção dos Sismos e o Comportamento das Estruturas*. Tese de Doutoramento em Engenharia Civil. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Costa, C.N. (2007). Introdução à Geotecnia Ambiental - Capítulo 6. Disciplina de Fundamentos de Geotecnia. Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.
- Costa P., Almeida I.M., Gomes E. (2004). Caracterização geotécnica dos solos da área da Grande Lisboa e Concelhos Limítrofes. *Sísmica 2004*, 6º Congresso de Sismologia e Engenharia Sísmica, Guimarães: 311-320.
- Costa, I.A., Barros, J.A., Motta, L., Viana, M.A. & Santos, R.P. (2015). *Viva a Terra! - Ciências Naturais - 7.º Ano*. Porto Editora, Porto.
- Dias, A.G., Guimarães, P. & Rocha, P. (2007). *Geologia 10/11. Biologia e Geologia, Ano 1*. Areal Editores, Porto.
- Dias, J.A. (2000a). *Sismos. Sismicidade de Portugal*. Geologia Ambiental, Universidade do Algarve. Acedido em: [http://w3.ualg.pt/~jdias/GEOLAMB/GA5\\_Sismos/57\\_Portugal/572\\_SismicidPort.html](http://w3.ualg.pt/~jdias/GEOLAMB/GA5_Sismos/57_Portugal/572_SismicidPort.html)
- Dias, J.A. (2000b). *Casos de Estudo. O Sismo do Alaska, 27 de Março de 1964. Movimentações co-sísmicas*. Geologia Ambiental, Universidade do Algarve. Acedido em: [http://w3.ualg.pt/~jdias/GEOLAMB/GAn\\_Casos/Alaska/Alaska05\\_movcosism.html](http://w3.ualg.pt/~jdias/GEOLAMB/GAn_Casos/Alaska/Alaska05_movcosism.html)

- Dias, J.A. (2000c). *Sismos. Ondas Sísmicas*. Geologia Ambiental, Universidade do Algarve. Acedido em: [http://w3.ualg.pt/~jdias/GEOLAMB/GA5\\_Sismos/52\\_Sismologia/5203\\_OndasSismicas.html](http://w3.ualg.pt/~jdias/GEOLAMB/GA5_Sismos/52_Sismologia/5203_OndasSismicas.html)
- Dias, J.A. (2000d). *Sismos. Intensidade Sísmica*. Geologia Ambiental, Universidade do Algarve. Acedido em: [http://w3.ualg.pt/~jdias/GEOLAMB/GA5\\_Sismos/52\\_Sismologia/5208\\_Intensidade.html](http://w3.ualg.pt/~jdias/GEOLAMB/GA5_Sismos/52_Sismologia/5208_Intensidade.html)
- Dias, J.A. (2000e). *Sismos. Sismógrafos e Sismogramas*. Geologia Ambiental, Universidade do Algarve. Acedido em: [http://w3.ualg.pt/~jdias/GEOLAMB/GA5\\_Sismos/52\\_Sismologia/5205\\_Sismografos.html](http://w3.ualg.pt/~jdias/GEOLAMB/GA5_Sismos/52_Sismologia/5205_Sismografos.html)
- Dias, J.A. (2000f). *Sismos: Sismicidade Induzida*. Geologia Ambiental, Universidade do Algarve. Acedido em: [http://w3.ualg.pt/~jdias/GEOLAMB/GA5\\_Sismos/54\\_SismInduz/54\\_SismInduzida.html](http://w3.ualg.pt/~jdias/GEOLAMB/GA5_Sismos/54_SismInduz/54_SismInduzida.html)
- Dias, M. (2009). *Promoção de Competências em Educação*. Leiria: INDEA: Instituto Politécnico de Leiria.
- Dias, R. (2014). *Conversas em torno da Terra - Falhas normais, inversas & outras coisas mais...* Centro Ciência Viva de Estremoz.
- Duarte, T. (2009). *A possibilidade da investigação a 3: reflexões sobre triangulação (metodológica)*. Centro de investigação e estudos de sociologia. ISCTE.
- Estêvão, J.M.C., Silva, E. & Silva, J. (2007). Avaliação da resposta sísmica de edifícios sítos em solos brandos estratificados. *Sísmica 2007 - 7º Congresso de Sismologia e Engenharia Sísmica*.
- Ferreira, C.D.A. (2012). *A Modelação Análoga no Ensino da Geologia: Um estudo centrado na Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas*. Escola de Ciências da Vida e do Ambiente, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Filipe, R.I.B.S. (2012). *A Promoção do Ensino das Ciências Através da Literatura Infantil*. Dissertação de Mestrado em Educação, Instituto de Educação, Universidade de Lisboa.
- Fiscarelli, R.B.O. (2007). Material didático e prática docente. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, 2(1).

- Foster, R., Hagan, A., Perera, N., Gunawan, C.A., Silaban, I., Yaha, Y., Manuputty, Y., Hazam, I. & Hodgson, G. (2006). Tsunami and Earthquake Damage to Coral Reefs of Aceh, Indonesia. *Reef Check Foundation*, Pacific Palisades, California.
- Freixo, M.J.V. (2009). *Metodologia científica: fundamentos, métodos e técnicas*. Lisboa, Instituto Piaget.
- Gomes, J.A. (2013). Deformações em sedimentos finos não consolidados interpretadas como sismitos. *Finisterra*, XLVIII, 95: 125-138.
- Gonçalves J.A., & Nunes M.T. (2005). *Estilos de investigação: Estudos quasi-experimentais. Metodologia da Investigação I*. Departamento de ensino. Faculdade de Ciências. Universidade de Lisboa.
- Gonçalves, C.D. (2011). O fenómeno sísmico - génese e previsibilidade. *territorium Revista da Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança*, nº 18.
- Gowin, D. & Alvarez, M. (2005). *The art of educating with V diagrams*. Cambridge University Press. New York.
- Hargreaves, A. (2003). *O Ensino na Sociedade do Conhecimento: a educação na era da insegurança*. Coleção Currículo, Políticas e Práticas. Porto Editora, Porto
- Hernández, S.R., Fernández C.C. & Baptista L.P. (2006). *Metodologia de pesquisa*. 3.ª ed. São Paulo: McGraw-Hill.
- Jacob, T.J.B. (2013). *A resolução de problemas, no âmbito do ensino das ciências, em contexto pré-escolar e ensino do 1.º ciclo do ensino básico*. Relatório de Estágio apresentado na Universidade dos Açores com vista à obtenção do Grau de Mestre em Educação Pré-Escolar e Ensino do 1º Ciclo do Ensino Básico.
- James, A. & McMurtrie, S. (2011). Christchurch February Earthquake. Effect on freshwater fish of the upper avon river. *EOS Ecology, Aquatic Research Consultants*.
- Le Goff, B. (2013). *Seismic Sources and Attenuation Law for PSHA in Low Deformation Area*. Universidade de Évora. Instituto de Investigação e Formação Avançada. Tese de Doutoramento em Ciências da Terra e do Espaço.
- Lee, S.T., Yu, T.T., Peng, W.F. & Wang, C.L. (2010). Incorporating the effects of topographic amplification in the analysis of earthquake-induced landslide hazards using logistic regression. *Natural Hazards and Earth System Science*, 10: 2475-2488

- Liu, H.X., Xu, Q. & Li, Y.R. (2014). Effect of lithology and structure on seismic response of steep slope in a shaking table test. *Journal of Mountain Science*, 11(2): 371-383.
- Lopes, H.M.P. (2007). *Comparação do Eurocódigo 8 com o RSA/REBAP, Dimensionamento Sísmico de Estruturas de Betão Armado*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil: Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.
- Lopes, I.M.F. (2001). *Avaliação das condições geológicas e geotécnicas para a caracterização do risco sísmico aplicação à colina do castelo de S. Jorge*. Dissertação para obtenção de grau de Mestre em Geologia Económica, Universidade de Lisboa.
- Lopes, M. (2015). Sismos. Vivemos em cima de um barril de pólvora, avisa especialista. *Jornal i*, 11 de novembro, pp. 22-23.
- Loureiro, A. & Rocha, D. (2012). Literacia digital e literacia da informação - competências de uma era digital. *II Congresso Internacional TIC*, Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Santarém.
- Luzón, F., V. J. Palencia, V.J., Morales, J., F. J. Sesma, S.F.J. & García, J.M. (2002). Evaluation of Site effects in sedimentary basins. *Física de la Tierra*, 14:183-214.
- Marques, F.M.S.F. (2008). Instabilidades de vertentes: previsão, prevenção e tratamento. *In* Mateus, A. (Coord.), *Desastres Naturais: Minimizar os riscos, maximizar a consciencialização*. Departamento de Geologia FCUL, Lisboa, pp. 17-18.
- Marôco, J. (2010). *Análise estatística - Com o PASW Statistics. Report Number –Análise e Gestão de Informação, Lda*. Lisboa.
- Mavlyanova, N. (2004). Earthquake triggered collateral hazards on the territory of Uzbekistan. 13<sup>th</sup> World Conference on Earthquake Engineering Vancouver, B.C., Canada.
- Miranda, J.M., Costa, P.T., Luis, J.F., Matias, L. & Santos, F.M. (1998). *Fundamentos de Geofísica – Sismologia*. Lisboa; Instituto de Geofísica Infante Dom Luiz.
- Moreira, M.A. (2006). *Mapas Conceituais e Diagramas V*. Instituto de Física Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Moreira, M.T.C. (2011). *Actividades Investigativas no 7º Ano de escolaridade sobre o efeito das actividades Sísmicas nas populações*. Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia, Universidade de Lisboa.

- Moreira, J.R., Sant'Ovaia, H. & Pinto, N. (2015). *Compreender a Terra 7 - Ciências Naturais - 7.º Ano*. Areal Editores.
- Motta, L. & Viana, M.A., (2012). *Novas Perspetivas de Ensino e de Aprendizagem das Ciências Naturais*. Porto Editora.
- Nelson, S.A. (2016). Natural Disasters - Tsunami. Tulane University. Acedido em: [http://www.tulane.edu/~sanelson/Natural\\_Disasters/](http://www.tulane.edu/~sanelson/Natural_Disasters/)
- Oh, P.S. & Oh, S.J. (2011). What Teachers of Science Need to Know about Models: An overview. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109-1130.
- Oliveira, M.I. (2005). Tsunamis. *Engenharia e Vida*.
- Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. King's College London: The Nuffield Foundation.
- Pestana, H.M. & Gageiro, J.N. (1998). Análise de dados para Ciências Sociais - A complementaridade do SPSS. *Sílabo, 1ª edição*. Lisboa.
- Pocinho, M. (2010). Estatística II, Teoria e exercícios passo-a-passo. Instituto Superior Miguel Torga, Coimbra.
- Pratas, J.P.A.A.G. (2014). *Tsunamis e Cidades Resilientes. Estratégias para Lisboa ribeirinha: Entre Alcântara e o Terreiro do Paço*. Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitectura, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
- PROT-Algarve (2004). Apreciação do Risco Sísmico no Algarve. Plano Regional de Ordenamento do Território, Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Algarve, Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, Volume II, ANEXO J.
- Ramirez, I.Y.M. (2011). *Factores de amplificación de ondas sísmicas en cenizas volcánicas*. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ingenieria, Departamento de Ingenieria Civil, Bogota.
- Ribas, A., Marques, D, Pereira, F, Silva, G., Gomes, L., Eusébio, N., Almeida, R. (2012). *Acção dos sismos sobre os edificios*. Relatório Projecto, FEUP.
- Ribeiro, A & Cabral, J. (2000). Geologia - Sismos. *Comunicar Ciência*, 1(4), Departamento do Ensino Secundário, Ministério da Educação.
- Rogers, J.D. & Karadeniz, E. (2009). *Modeling Uncertainties in Lithology and Sensitivity Analyses of Seismic Site Response for the Pilot Quadrangles in the St. Louis*

- Metropolitan Area, Missouri and Illinois*. Final Technical Report, U.S. Geological Survey-NEHRP External Grant.
- Ronis, D. (2008). Problem-based learning for math and science: Integrating Inquiry and the Internet. *Corwin Press*, California, 176 pp.
- Rubio, S.A. (1999). El Efecto Local sobre el Movimiento Sísmico del Suelo: Fenomenología y Resultados Recientes. *Física de la Tierra*, 11: 141-173.
- Salsa, J., Guimarães, O. & Cunha, R. (2015). *Cientic 7 - 7.º Ano*. Porto Editora, Porto.
- Segurado, M.R. (2005). *Caracterización de la Respuesta Sísmica de los Suelos. Aplicación a la ciudad de Barcelona*. Minor thesis, Universitat Politècnica de Catalunya.
- Silva, A.D., Gramaxo, F., Santos, M.E. & Mesquita, A.F. (2003). *Terra, Universo de Vida*. Porto Editora.
- Silva, E.L., Giordani, E.M. & Menotti, C.R. (2009). TENDÊNCIAS PEDAGÓGICAS E A UTILIZAÇÃO DOS MATERIAIS DIDÁTICOS NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM. *VIII Seminário Nacional de Estudos e Pesquisas "História, Sociedade e Educação no Brasil" História, Educação e Transformação: tendências e perspectivas*. Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP.
- Sousa, M.G.S.P.M. (2012). *Ensino Experimental das Ciências e Literacia Científica dos alunos. Um estudo no 1º Ciclo do Ensino Básico*. Dissertação apresentada à Escola Superior de Educação de Bragança para obtenção do Grau de Mestre em Ensino das Ciências.
- Teixeira, D., Roxo, A. & Soares, R. (2014). O ensino da previsibilidade sísmica no ensino secundário. *Comunicações Geológicas 101, Especial III*, 1387-1389. LNEG – Laboratório Nacional de Geologia e Energia IP.
- Torres, J. & Vasconcelos, C. (2014). Os modelos e a modelação na formação inicial de professores de Biologia e de Geologia. *Comunicações Geológicas 101, Especial III*, 1391-1394. LNEG – Laboratório Nacional de Geologia e Energia IP.
- Torres, J. (2016). Modelos análogos em sala de aula. Workshop, *II Encontro em Ensino e Divulgação das Ciências*, FCUP.
- Vale, I. (1999). Materiais manipuláveis na sala de aula: o que se diz, o que se faz. In APM (Eds.), *Actas do ProfMat 99*, (pp.111-120). Lisboa, APM.



- Vasconcelos, C. & Almeida, A. (2012). *Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no Ensino das Ciências: Propostas de trabalho para Ciências Naturais, Biologia e Geologia*. Coleção Panorama. Porto: Porto Editora, 127p.
- Vasconcelos, C., Amador, F., Soares, R & Pinto, T. (2012). "Questionar, investigar e resolver problemas: reconstruindo cenários geológicos". *Revista de Investigação em Ensino de Ciências*, 17(3): 709-720.
- Viana, J. (2009). *O papel dos ambientes on-line no desenvolvimento da aprendizagem informal*. Ciclo de estudos conducente ao grau de Mestre em Ciências da Educação, Área de Especialização em Tecnologias Educativas, Universidade de Lisboa, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação.
- Vilelas, J. (2009). *Investigação: o processo de construção do conhecimento*. Lisboa, Edições Sílabo.
- Vittoz, P., Stewart, G.H. & Duncan, R.P. (2001). Earthquake impacts in old-growth *Nothofagus* forests in New Zealand. *Journal of Vegetation Science* 12: 417-426.
- Vygotsky, L.S. (2007). *Pensamento e Linguagem*. Lisboa, Relógio de Água.
- Wanga, Y.K., Fua, B. & Xu, P. (2012). Evaluation the impact of earthquake on ecosystem services. *Procedia Environmental Sciences*, 13: 954-966.
- Woods, D. (1994). *Problem-Based Learning: How to gain the most from PBL*. Universidad McMaster, Canada, 126 pp.
- Xi, W., Chen, S.H.V. & Chu, Y.C. (2012). The Synergistic Effects of Typhoon and Earthquake Disturbances on Forest Ecosystems: Lessons from Taiwan for Ecological restoration and Sustainable Management. *Tree and Forestry Science and Biotechnology*, 6(1): 27-33.
- Yang, C.M., Chen, J.C., Peng, L.L., Yang, J.S. & Chou, C.H. (2002). Chi-Chi Earthquake-caused Landslide: grey prediction model for pioneer vegetation recovery monitored by satellite images. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 43:69-75.
- Zhang, J., Hull; V., Xu, W., Jianguo Liu, J., Ouyang, Z., Huang, J., Wang, X. & Li, R. (2011). Impact of the 2008 Wenchuan earthquake on biodiversity and giant panda habitat in Wolong Nature Reserve, China. *Ecological Research*, 26: 523–531.

## **Anexos**

## **Anexo I**

### Teste Cognitivo

AGRUPAMENTO DE ESCOLAS AURÉLIA DE SOUSA  
Escola Básica Augusto Gil  
Ciência Naturais  
Ficha de avaliação de diagnóstico: “Atividade sísmica”

Nome: \_\_\_\_\_ nº: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/04/2016

### Terramoto de 1755

Portugal sentiu o maior e mais destrutivo terramoto de que há memória, a 1 de novembro de 1755, tendo sido considerado um dos maiores sismos de sempre, com uma magnitude estimada de 8,75.

Os cientistas pensam que teve origem no movimento de falhas localizadas próximo do Banco de Gorringe, uma cadeia submarina de montanhas a sudoeste do Cabo de S. Vicente (figura 1).

Em Lisboa, com os vários desmoronamentos, os sobreviventes procuraram refúgio na zona portuária e assistiram ao recuo das águas, revelando o fundo do mar cheio de destroços de navios e cargas perdidas. Poucas dezenas de minutos depois, um tsunami, que atualmente se supõe ter atingido pelo menos seis metros de altura, fez submergir o porto e o centro da cidade, provocando numerosas vítimas.

O tsunami e os movimentos de massa em zonas de vertente, desencadeados pelo sismo, provocaram, para além da perda de vidas humanas e destruição das suas construções, o desequilíbrio de muitos ecossistemas.

(Adaptado de: <http://www.bemexplicado.pt/>)

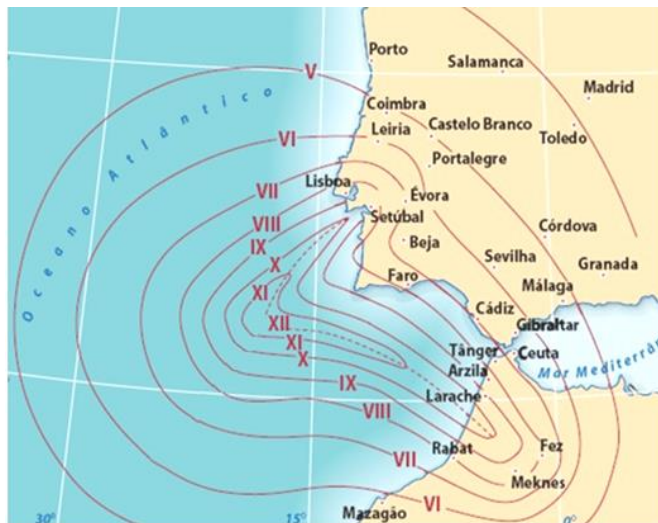


Fig. 1 - Isossistas do terramoto de Lisboa de 1755.

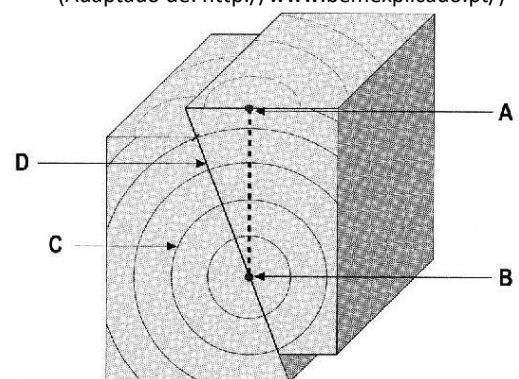


Fig.2- Propagação das ondas sísmicas.

**Nas questões seguintes, escolhe a opção correta, assinalando-a com uma cruz.**

- Na fig.1, o número romano correspondente ao local onde o sismo primeiro foi sentido é o:  
a) I                      b) V                      c) XII                      d) VI
- Na fig.2, o local onde o sismo primeiro foi sentido pelas pessoas encontra-se assinalado com a letra:  
a) A                      b) B                      c) C                      d) D

3. Quando um sismo tem origem numa falha tectónica, no oceano, constitui um sinal de que se seguirá um tsunami:
  - a) O avanço das águas observado na praia.
  - b) O recuo das águas observado na praia.
  - c) O aparecimento de destroços de navios.
  - d) A mudança de cor das águas do mar.
  
4. Um tsunami é:
  - a) um sismo no mar.
  - b) uma falha tectónica.
  - c) uma onda gigante de água que invade áreas terrestres.
  - d) uma onda sísmica que invade áreas terrestres.
  
5. As ondas sísmicas resultam de:
 

a) estado de vibração das partículas.	c) movimento das ondas do mar.
b) grau de fluidez do magma.	d) correntes de convecção do magma.
  
6. O sismo ocorrido a 1 de novembro de 1755 foi provocado pela libertação \_\_\_\_ a partir de um foco sísmico situado a \_\_\_\_ de Lisboa.
 

a) brusca de energia ... noroeste	c) gradual de energia ... noroeste
b) gradual de energia ... sudoeste	d) brusca de energia ... sudoeste
  
7. O sismo de 1 de novembro de 1755 teve uma magnitude estimada de 8,75 graus na escala de:
  - a) Richter, que quantifica os efeitos provocados nas construções.
  - b) Mercalli, que quantifica os efeitos provocados nas construções.
  - c) Richter, que quantifica a energia libertada no local onde o sismo teve origem.
  - d) Mercalli, que quantifica a energia libertada no local onde o sismo teve origem.
  
8. As linhas curvas concêntricas, desenhadas na fig.2, unem locais onde:
  - a) Os estragos materiais provocados pelo sismo foram semelhantes.
  - b) A energia libertada pelo sismo foi igual.
  - c) A frente da onda sísmica avançou com igual velocidade.
  - d) As pessoas sentiram o sismo.
  
9. Considera os seguintes acontecimentos:
  - A - Acumulação lenta de tensões em profundidade.
  - B - Libertação de energia pela rutura das rochas.
  - C - Propagação das ondas sísmicas a partir do local de origem do sismo.
  - D - Registo das primeiras ondas sísmicas.

A sequência cronológica dos referidos acontecimentos relacionados com um sismo é dada pela sequência de letras:

a) ABCD	b) ABDC	c) ACBD	d) ACDB
---------	---------	---------	---------

10. Durante o sismo de Lisboa de 1755, ocorreu o colapso de muitas habitações humanas.

Admitiu-se a hipótese de este colapso ter ocorrido porque, em muitas zonas, as habitações tinham sido construídas sobre terrenos argilosos.

A figura 3 representa os registos das ondas sísmicas obtidos em diferentes estações sismográficas que detetaram pequenos abalos sentidos após um sismo idêntico ao ocorrido em Lisboa em 1755, localizando-se **E3** – numa zona de rocha consolidada, **E2** – numa zona com depósitos arenosos (aluvião) e **E1** – numa zona com depósitos argilosos.

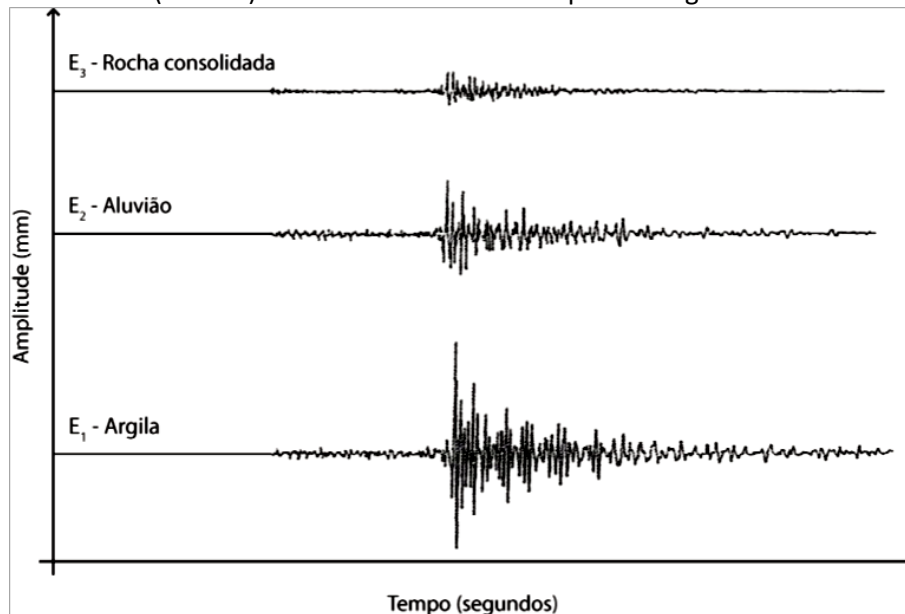


Fig.3

- 10.1-Seleciona a única alternativa que permite obter uma afirmação correta.

A comparação dos sismogramas obtidos \_\_\_\_ a hipótese referida, dado que em E3 a amplitude das ondas foi \_\_\_\_ do que em E1.

- |                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| a) apoia ... maior     | c) apoia ... menor     |
| b) não apoia ... maior | d) não apoia ... menor |

11. Considera as seguintes afirmações:

- A. Os sismos podem desencadear acontecimentos responsáveis pela destruição de ecossistemas.
- B. Portugal não apresenta risco sísmico.
- C. Nos limites das placas litosféricas verifica-se um maior registo de sismos.
- D. Verificando-se a ocorrência de um sismo, os estragos físicos provocados serão maiores numa cidade construída sobre solo granítico do que numa cidade construída sobre terrenos arenosos.
- E. Um solo saturado em água impede a propagação das ondas sísmicas.
- F. A litologia (tipo de rochas) não tem influência na propagação das ondas sísmicas.
- G. As construções antissísmicas contribuem para reduzir os estragos provocados pelos sismos.

- 11.1-São **verdadeiras** as afirmações:

- |              |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| a) A, C e F. | b) A, C e G. | d) B, E e F. | e) B, E e G. |
|--------------|--------------|--------------|--------------|

## **Anexo II**

### **Resultados do Teste Cognitivo (pré-teste e pós-teste)**

## Resultados do pré-teste

		Resultados do pré-teste do grupo controlo											
Pontos por questão:		10	10	10	10	10	10	10	10	5	10	5	100
Nº	Questões:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
1	Adriana	10	10	0	10	10	10	10	0	0	10	5	75
2	Ana Francisca	10	10	0	10	0	0	10	0	0	0	0	40
3	Carlos	0	10	0	10	10	10	10	0	0	0	0	50
4	Carolina	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	5	65
5	Cláudia	10	10	0	10	0	0	10	0	0	0	0	40
6	Cristiana	10	10	0	10	10	0	10	0	0	0	5	55
7	Diogo	10	10	0	10	10	10	10	0	0	0	0	60
8	Fabio	0	0	0	10	10	10	0	0	0	0	0	30
9	Filipe	10	10	0	10	0	10	0	0	0	0	0	40
10	Gilberto	10	10	0	10	0	10	0	0	0	0	0	40
12	Gonçalo D	10	10	0	10	0	0	10	10	0	0	0	50
13	Helder	10	10	0	0	10	10	0	0	0	0	0	40
15	Hugo	0	10	10	10	0	10	10	0	0	0	5	55
16	Israt	0	0	10	0	0	0	10	0	0	10	5	35
17	Inês Rocha	10	0	0	0	0	10	10	10	0	0	0	40
19	Jorge G	10	10	0	10	0	0	0	0	0	0	0	30
20	Jose	0	0	0	10	0	0	10	0	0	10	0	30
21	Madalena	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	60
22	Nuno	0	0	0	10	0	10	10	0	0	0	5	35
24	Vanda	10	10	0	10	10	10	0	0	0	10	5	65
25	Barbara	10	10	10	10	10	10	10	0	0	10	5	85
Pontos efetivos		150	160	50	180	100	140	130	20	0	50	40	Média 48,6
Pontos possíveis		210	210	210	210	210	210	210	210	105	210	105	
%		71	76	24	86	48	67	62	10	0	24	38	



		Resultados do pré-teste do grupo experimental											
Pontos por questão:		10	10	10	10	10	10	10	10	5	10	5	100
Nº	Questões:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
1	Ana	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	60
2	Ana Isabel	0	0	10	0	10	0	0	0	0	10	0	30
3	António	0	10	10	0	10	10	10	0	0	10	5	65
4	Beatriz	10	0	10	10	0	10	10	0	0	10	5	65
5	Beatriz Matos	0	0	10	10	0	0	10	0	0	0	0	30
6	Bifuio	10	0	10	0	0	0	0	0	0	10	0	30
7	Carlos	0	10	10	10	0	10	0	0	0	10	5	55
9	Diogo	0	0	0	10	0	0	10	0	0	10	5	35
13	João	0	10	0	10	10	10	0	0	0	10	0	50
14	Marcia	10	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	20
15	Maria Eduarda	0	10	10	10	0	10	10	0	0	10	0	60
16	Renata	0	10	10	10	0	0	10	0	0	10	5	55
17	Ruben	10	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	20
18	Ruben Guilherme	0	0	0	10	0	10	0	0	0	0	0	20
19	Safigul	10	10	0	0	0	0	10	0	5	0	5	40
20	Samiul	0	0	0	0	10	10	10	0	0	0	0	30
21	Soraia	0	0	10	0	0	0	10	0	0	0	5	25
22	Tiago	0	0	10	10	0	0	0	0	0	0	5	25
23	Patrik	10	0	10	0	0	10	10	0	0	0	0	40
Pontos efetivos		70	70	120	100	50	90	110	10	5	90	40	Média 39,7
Pontos possíveis		190	190	190	190	190	190	190	190	95	190	95	
%		37	37	63	53	26	47	58	5	5	47	42	

## Resultados do pós-teste

		Resultados do pós-teste do grupo de controlo											
Pontos por questão:		10	10	10	10	10	10	10	10	5	10	5	100
Nº	Questões:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
1	Adriana	0	10	0	10	10	10	0	0	0	10	5	55
2	Ana Francisca	0	10	0	10	0	10	10	10	0	0	0	50
3	Carlos	10	10	0	0	0	10	10	10	0	0	5	55
4	Carolina	10	10	10	0	0	10	10	0	0	10	5	65
5	Cláudia	10	0	10	0	0	0	0	0	0	10	5	35
6	Cristiana	10	10	0	10	10	10	0	0	0	10	5	65
7	Diogo	10	10	0	10	10	0	10	0	0	10	5	65
8	Fabio	0	0	0	10	0	0	10	0	5	0	0	25
9	Filipe	10	0	0	0	10	0	10	0	0	0	5	35
10	Gilberto	0	0	0	10	0	0	0	10	0	10	5	35
12	Gonçalo D	10	0	10	0	10	0	10	10	0	10	5	65
13	Helder	10	10	0	0	0	10	0	10	0	0	0	40
15	Hugo	10	10	0	0	0	10	10	0	0	0	5	45
16	Israt	0	0	0	10	0	0	0	10	0	0	0	20
17	Inês Rocha	10	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	20
19	Jorge G	10	10	0	0	0	0	10	0	0	0	5	35
20	Jose	10	10	0	10	10	0	10	0	5	10	5	70
21	Madalena	10	10	10	0	10	10	10	0	0	0	5	65
22	Nuno	10	0	0	10	0	0	10	0	0	0	0	30
24	Vanda	10	10	0	10	0	10	10	0	0	0	0	50
25	Barbara	10	10	10	10	0	10	10	0	5	10	5	80
	Pontos efetivos	160	130	50	110	70	100	150	60	15	90	75	Média 47,9
	Pontos possíveis	210	210	210	210	210	210	210	210	105	210	105	
	%	76	62	24	52	33	48	71	29	14	43	67	

		Resultados do pós-teste do grupo experimental											
Pontos por questão:		10	10	10	10	10	10	10	10	5	10	5	100
Nº	Questões:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
1	Ana	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	5	55
2	Ana Isabel	10	10	10	0	10	10	0	10	0	0	5	65
3	António	10	10	10	10	10	10	10	0	0	10	5	85
4	Beatriz	10	10	0	10	10	10	10	0	0	10	5	75
5	Beatriz Matos	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	5	75
6	Bífuio	10	10	0	10	10	10	10	0	0	10	5	75
7	Carlos	10	10	10	10	10	10	0	10	0	10	5	85
9	Diogo	10	0	10	10	10	0	10	0	0	0	5	55
13	João	10	10	10	10	10	0	10	10	0	0	0	70
14	Marcia	0	10	0	0	0	0	0	10	0	0	5	25
15	Maria Eduarda	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	5	75
16	Renata	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	5	75
17	Ruben	10	10	0	10	10	10	10	0	0	10	5	75
18	Ruben Guilherme	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	70
19	Safigul	10	10	10	10	10	0	10	0	5	10	5	80
20	Samiul	0	10	10	10	10	0	10	0	0	10	0	60
21	Soraia	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	5	75
22	Tiago	0	0	10	10	0	10	0	0	0	0	0	30
23	Patrik	10	0	10	10	10	0	10	0	0	0	5	55
Pontos efetivos		160	160	150	170	170	120	140	40	5	70	75	Média 66,3
Pontos possíveis		190	190	190	190	190	190	190	190	95	190	95	
%		84	84	79	89	89	63	74	21	5	37	79	

### **Anexo III**

Planificação das aulas referentes ao programa de intervenção pedagógica

## Planos de aula nº 1 e nº 2

**Aula(s) nº 1 e 2**    **Ano:** 7º ano    **Turma:** A

**Data:** 12/04/2016

**Sala:** 22    **Horário:** 10:30-12:20

**Tempo:** 100 minutos

**Docente (estagiária):** Micaela Gomes Prior.

<b>Domínio/Tema:</b> Terra em Transformação	
<b>Subdomínio/Capítulo:</b> Consequências da dinâmica interna da Terra	
<b>Meta(s)</b>	<b>11. Compreender a atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra</b>
<b>Descritores</b>	<b>11. Compreender a atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra</b> 11.1. Explicar a formação de um sismo, associado à dinâmica interna da Terra. 11.8. Indicar os riscos associados à ocorrência de um sismo. 11.9. Descrever medidas de proteção de bens e de pessoas, antes, durante e após a ocorrência de um sismo.
<b>Sumário</b>	Realização de uma ficha de avaliação de diagnóstico. Introdução ao estudo dos sismos: causas e teoria do ressalto elástico.
<b>Conceitos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sismo</li> <li>• Teoria do Ressalto Elástico</li> <li>• Hipocentro</li> <li>• Epicentro</li> <li>• Ondas sísmicas de profundidade</li> <li>• Ondas sísmicas de superfície</li> </ul>
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Relacionar a ocorrência de sismos com a dinâmica interna da Terra.</li> <li>➤ Identificar as causas naturais e artificiais associadas à ocorrência de um sismo.</li> <li>➤ Relacionar a vibração das rochas com a propagação das ondas sísmicas.</li> <li>➤ Compreender o conceito de hipocentro, epicentro e ondas sísmicas.</li> <li>➤ Compreender os riscos associados à ocorrência de um sismo.</li> <li>➤ Identificar e descrever medidas de proteção de bens e pessoas, antes, durante e após a ocorrência de um sismo.</li> </ul>
<b>Questões</b>	Que testemunhos evidenciam a dinâmica interna da Terra? O que é um sismo? Que tipos de causas podem estar na origem de um sismo? O que é o hipocentro? O que é o epicentro? Que tipos de riscos estão associados à ocorrência de um sismo? Que tipo de medidas devem ser adotadas antes, durante e após um sismo?
<b>Atividades/Estratégias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Realização de um teste de diagnóstico.</li> <li>– Introdução ao estudo dos sismos: causas e teoria do ressalto elástico.</li> <li>– Estabelecimento de relações entre causas naturais, causas artificiais e a ocorrência de sismos, com base em imagens e modelos multimédia presentes num PowerPoint.</li> <li>– Elaboração de esquemas no quadro sobre os parâmetros de caracterização de um sismo.</li> <li>– Exploração dos conceitos: hipocentro, epicentro, ondas sísmicas e falha ativa.</li> <li>– Exploração do filme: “tinoni filme”; relativo aos parâmetros de caracterização de um sismo; riscos para a população; e medidas de proteção de bens e pessoas antes, durante e após a ocorrência de um sismo.</li> <li>– Resolução da ficha exploratória do filme: “tinoni filme”.</li> </ul>

<b>Recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computador.</li> <li>• Projetor.</li> <li>• Apresentação em PowerPoint.</li> <li>• Modelo multimédia do movimento de placas tectónicas, de um aparelho vulcânico, da formação de um sismo.</li> <li>• Modelo multimédia da teoria do ressalto elástico.</li> <li>• Quadro.</li> <li>• Filme: “tinoni filme” acedido em: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=SKyXi5HJBYE">https://www.youtube.com/watch?v=SKyXi5HJBYE</a>, 03/02/2015.</li> <li>• Ficha exploratória do filme: “tinoni filme”.</li> </ul>
<b>Avaliação</b>	<p>Observação direta dos alunos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Interesse e empenho durante a concretização das atividades propostas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Os alunos demonstram realizar o trabalho solicitado de forma organizada e interessada;</li> <li>• Os alunos revelam ter compreendido os conceitos abordados e aplicam-nos dentro do contexto;</li> <li>• Os alunos participam ativamente na sala de aula.</li> </ul> </li> <li>– Durante a mobilização de saberes, os alunos conseguem: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender as causas naturais e artificiais desencadeadoras de sismos;</li> <li>• Associar a ocorrência de um sismo à dinâmica interna da Terra;</li> <li>• Relacionar a vibração das rochas com a propagação das ondas sísmicas.</li> </ul> </li> </ul>

### Plano de aula nº 3

Aula(s) nº 3 Ano: 7º ano Turma: A

Data: 13/04/2016

Sala: 32 Horário: 8:25-9:15

Tempo: 50 minutos

Docente (estagiária): Micaela Gomes Prior.

<b>Domínio/Tema:</b> Terra em Transformação
<b>Subdomínio/Capítulo:</b> Consequências da dinâmica interna da Terra

<b>Meta(s)</b>	<b>11. Compreender a atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra</b>
<b>Descritores</b>	<b>11. Compreender a atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra</b> 11.1. Explicar a formação de um sismo, associado à dinâmica interna da Terra. 11.2. Associar a vibração das rochas ao registo das ondas sísmicas. 11.3. Distinguir a Escala de Richter da Escala Macrossísmica Europeia. 11.4. Explicitar a intensidade sísmica, com base em documentos de sismos ocorridos. 11.5. Interpretar cartas de isossistas, em contexto nacional. 11.7. Caracterizar alguns episódios sísmicos da história do território nacional, com base em pesquisa orientada.
<b>Sumário</b>	Atividade prática: “Propagação de ondas sísmicas de profundidade e de superfície.”
<b>Conceitos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sismo Interplaca</li> <li>• Sismo Intraplaca</li> <li>• Escala Macrossísmica Europeia</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ondas sísmicas de profundidade (ondas P e ondas S)</li> <li>• Ondas sísmicas de superfície ou ondas Longas (L): ondas L e ondas R</li> <li>• Sismógrafo</li> <li>• Magnitude sísmica</li> <li>• Intensidade sísmica</li> <li>• Escala de Richter</li> <li>• Isossista</li> <li>• Carta de Isossistas</li> <li>• Risco sísmico</li> </ul>
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Relacionar a atividade sísmica com a dinâmica interna da Terra.</li> <li>➤ Compreender o processo de propagação das ondas sísmicas, realizando pequenas experiências teoricamente enquadradas.</li> <li>➤ Compreender a importância da ciência e tecnologia na previsão e prevenção sísmica.</li> <li>➤ Reconhecer a importância dos sismógrafos no registo da atividade sísmica.</li> <li>➤ Compreender os conceitos de magnitude e intensidade sísmica.</li> <li>➤ Interpretar e aplicar a Escala de Richter e a Escala Macrossísmica Europeia.</li> <li>➤ Compreender o que são isossistas e o modo como são obtidas.</li> <li>➤ Interpretar uma Carta de Isossistas.</li> <li>➤ Conhecer os comportamentos a adotar em caso de sismo.</li> </ul>
<b>Questões</b>	<p>Que testemunhos evidenciam a dinâmica interna da Terra?</p> <p>O que é um sismo?</p> <p>Que tipos de causas podem estar na origem de um sismo?</p> <p>O que é o hipocentro?</p> <p>O que é o epicentro?</p> <p>Que tipos de riscos estão associados à ocorrência de um sismo?</p> <p>Que medidas devem as pessoas adotar em caso de ocorrer um sismo?</p>
<b>Atividades/ Estratégias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Revisão dos conceitos estudados na última aula, através do questionamento dos alunos:</li> <li>– Que testemunhos evidenciam a dinâmica interna da Terra?</li> <li>– O que é um sismo? Que tipos de causas podem estar na origem de um sismo? Que tipos de ondas sísmicas existem? Como são registadas as ondas sísmicas?</li> <li>– Análise da importância de existirem aparelhos para o registo da atividade sísmica.</li> <li>– Exploração de um modelo didático de um sismógrafo, e a sua utilização no registo de ondas sísmicas.</li> <li>– Exploração da analogia entre um eletrocardiograma e um sismograma.</li> <li>– Elaboração de um sismograma no quadro e estabelecimento da relação entre algumas propriedades das ondas sísmicas, como a sua velocidade e amplitude, e o seu registo pelos sismógrafos.</li> <li>– Simulação da propagação de ondas sísmicas de profundidade (P e S), através de pequenas experiências teoricamente enquadradas, utilizando-se como materiais uma mola e uma corda.</li> <li>– Exploração de um sismograma referente a um sismo e sua importância para a determinação da magnitude de um sismo.</li> <li>– Exploração da Escala de Richter, presente na página 124 do manual.</li> <li>– Exploração da Escala Macrossísmica Europeia presente no manual.</li> <li>– Utilização de diferentes notícias, referentes a diferentes graus de destruição provocados por um sismo, e determinação da respetiva intensidade sísmica.</li> <li>– Interpretação da carta de isossistas referente ao sismo de 1755, que atingiu</li> </ul>

	Portugal, através da elaboração de esquema no quadro.
<b>Recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quadro.</li> <li>• Modelo didático de sismógrafo.</li> <li>• Mola.</li> <li>• Corda.</li> <li>• Mesa.</li> <li>• Manual.</li> </ul>
<b>Avaliação</b>	<p>Observação direta dos alunos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Interesse e empenho durante a concretização das atividades propostas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Os alunos demonstram realizar o trabalho solicitado de forma organizada e interessada;</li> <li>• Os alunos revelam ter compreendido os conceitos abordados e aplicam-nos dentro do contexto;</li> <li>• Os alunos participam ativamente em sala de aula;</li> <li>• Os alunos utilizam o raciocínio indutivo, dedutivo e crítico durante a interpretação de dados.</li> </ul> </li> <li>– Durante a mobilização de saberes, os alunos conseguem: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender as causas naturais e artificiais desencadeadoras de um sismo;</li> <li>• Associar a ocorrência de um sismo à dinâmica interna da Terra;</li> <li>• Compreender a origem de um sismo;</li> <li>• Interpretar um sismograma;</li> <li>• Identificar ondas sísmicas de profundidade e ondas sísmicas de superfície num sismograma;</li> <li>• Relacionar a amplitude das ondas sísmicas registadas num sismograma com a quantidade de energia libertada no hipocentro;</li> <li>• Definir magnitude e intensidade sísmica;</li> <li>• Interpretar a escala de Richter;</li> <li>• Interpretar a escala Macrossísmica Europeia;</li> <li>• Definir isossista;</li> <li>• Compreender a importância da elaboração de cartas de isossistas na prevenção de riscos sísmicos;</li> <li>• Relacionar o aumento da intensidade sísmica com a aproximação ao epicentro.</li> </ul> </li> </ul>

## Plano de aula nº 4

**Aula(s) nº 4**    **Ano:** 7º ano    **Turma:** A

**Data:** 19/04/2016

**Sala:** 22    **Horário:** 10:30-11:20

**Tempo:** 50 minutos

**Docente (estagiária):** Micaela Gomes Prior.

<b>Domínio/Tema:</b>	Terra em Transformação
<b>Subdomínio/Capítulo:</b>	Consequências da dinâmica interna da Terra
<b>Meta(s)</b>	<b>11. Compreender a atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra</b>
<b>Descritores</b>	11.3. Distinguir a Escala de Richter da Escala Macrossísmica Europeia.



	11.4. Explicitar a intensidade sísmica, com base em documentos de sismos ocorridos.
<b>Sumário</b>	A intensidade e magnitude sísmicas. A Escala Macrossísmica Europeia e a Escala de Richter. Realização de exercícios do manual.
<b>Conceitos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sismo</li> <li>• Hipocentro</li> <li>• Epicentro</li> <li>• Ondas sísmicas de profundidade (ondas P e ondas S)</li> <li>• Ondas sísmicas de superfície ou ondas Longas (L)</li> <li>• Sismógrafo</li> <li>• Magnitude sísmica</li> <li>• Intensidade sísmica</li> </ul>
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Compreender que a geodinâmica interna se pode manifestar através da atividade sísmica.</li> <li>➤ Reconhecer as causas naturais desencadeadoras de um sismo.</li> <li>➤ Distinguir hipocentro de epicentro.</li> <li>➤ Distinguir as ondas sísmicas de superfície das ondas sísmicas de profundidade.</li> <li>➤ Reconhecer os métodos de registo sísmico e a sua importância na previsão sísmica.</li> <li>➤ Compreender como se realiza a leitura de um sismograma e os dados que se podem retirar dessa leitura.</li> <li>➤ Utilizar a escala de Richter na avaliação da magnitude de um sismo.</li> <li>➤ Utilizar a Escala Macrossísmica Europeia na avaliação da intensidade sísmica.</li> <li>➤ Relacionar a existência de diferentes valores de intensidade sísmica com a aproximação ao epicentro.</li> </ul>
<b>Questões</b>	<p>Que tipos de causas naturais podem estar na origem de um sismo?</p> <p>Que tipos de ondas sísmicas são geradas durante um sismo?</p> <p>Como se realiza o registo das ondas sísmicas?</p> <p>Como se distinguem ondas sísmicas de superfície e de profundidade?</p> <p>Que dados podem ser retirados a partir leitura de um sismograma?</p> <p>O que é a magnitude sísmica?</p> <p>O que é a intensidade sísmica?</p> <p>O que é avaliado pela Escala de Richter?</p> <p>O que é avaliado pela Escala Macrossísmica Europeia?</p>
<b>Atividades/ Estratégias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Realizar uma síntese da matéria abordada nas aulas anteriores, colocando ao grupo-turma as seguintes questões problema: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que tipos de causas naturais podem estar na origem de um sismo?</li> <li>• Que tipos de ondas sísmicas são geradas durante um sismo?</li> <li>• Como se realiza o registo das ondas sísmicas?</li> <li>• Que dados podem ser retirados a partir da leitura de um sismograma?</li> <li>• O que é a magnitude sísmica?</li> <li>• O que é a intensidade sísmica?</li> <li>• O que é avaliado pela Escala de Richter?</li> <li>• O que é avaliado pela Escala Macrossísmica Europeia?</li> </ul> </li> <li>– Elaborar alguns esquemas no quadro sobre: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Causas naturais dos sismos: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Vulcanismo;</li> <li>✓ Movimentos tectónicos / falhas ativas;</li> <li>✓ Abatimento de grutas;</li> <li>✓ Queda de arribas / movimentos de massa.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sismogramas.</li> <li>• Definição de intensidade e magnitude sísmicas.</li> <li>• Diferenças entre a Escala de Richter e a Escala Macrossísmica Europeia.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Utilizar cubos para simular diferentes graus de destruição e consequentemente diferentes intensidades sísmicas, resultantes da ocorrência de um sismo num dado local.</li> <li>– Explorar a atividade 3 da página 124 do manual e resolver e corrigir as questões propostas na página 125.</li> <li>– Explorar a atividade 4 da página 128 do manual e resolver e corrigir as questões propostas da página 129.</li> </ul>
<b>Recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quadro.</li> <li>• Manual.</li> <li>• Computador.</li> <li>• Projetor.</li> <li>• Cubos.</li> <li>• Martelo.</li> </ul>
<b>Avaliação</b>	<p>Observação direta dos alunos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Os alunos evidenciam compreender os conceitos aprendidos nas últimas aulas referentes às causas e formação de um sismo, aos métodos de previsão e registo das ondas sísmicas, à Escala de Richter na medição de magnitude de um sismo e à Escala Macrossísmica Europeia na medição da intensidade sísmica.</li> <li>– Empenho demonstrado na realização das tarefas propostas.</li> <li>– Qualidade da participação nas questões colocadas relativamente aos temas abordados na última aula.</li> <li>– Capacidade crítica e aporte de opiniões.</li> <li>– Criatividade na construção de respostas.</li> <li>– Durante a mobilização de saberes, os alunos conseguem: <ul style="list-style-type: none"> <li>• identificar causas naturais geradoras de um sismo;</li> <li>• identificar o hipocentro e o epicentro;</li> <li>• distinguir as ondas sísmicas de superfície das ondas sísmicas de profundidade;</li> <li>• identificar as ondas sísmicas de acordo com a sua velocidade e modo de propagação;</li> <li>• utilizar a escala de Richter na classificação da magnitude de um sismo;</li> <li>• utilizar a Escala Macrossísmica Europeia na classificação da intensidade sísmica.</li> </ul> </li> </ul>

## Plano de aula nº 5

**Aula(s) nº 5**      **Ano:** 7º ano      **Turma:** A

**Data:** 19/04/2016

**Sala:** 22    **Horário:** 11:30-12:20

**Tempo:** 50 minutos

**Docente (estagiária):** Micaela Gomes Prior.

<b>Domínio/Tema:</b> Terra em Transformação
<b>Subdomínio/Capítulo:</b> Consequências da dinâmica interna da Terra

<b>Meta(s)</b>	<b>11. Compreender a atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra</b>
<b>Descritores</b>	11.4. Explicitar a intensidade sísmica, com base em documentos de sismos ocorridos. 11.5. Interpretar cartas de isossistas, em contexto nacional.
<b>Sumário</b>	Intensidade sísmica. Análise de cartas de isossistas.
<b>Conceitos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Magnitude sísmica</li> <li>• Intensidade sísmica</li> <li>• Escala de Richter</li> <li>• Escala Macrossísmica Modificada</li> <li>• Isossistas</li> <li>• Carta de isossistas</li> </ul>
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Compreender que diferentes zonas apresentam diferentes intensidades sísmicas, de acordo com a sua aproximação ao epicentro.</li> <li>➤ Compreender que existem fatores que têm influência na avaliação da intensidade sísmica.</li> <li>➤ Interpretar cartas de isossistas.</li> </ul>
<b>Questões</b>	Quais os fatores que influenciam a intensidade sísmica? De que modo a distância ao epicentro influencia a intensidade sísmica? O que é uma isossista? Como se constrói uma carta de isossistas?
<b>Atividades/Estratégias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Visualizar e explorar um vídeo referente a uma notícia sobre um sismo que ocorreu em Portugal Continental no dia 17 de dezembro de 2009.</li> <li>– Orientar os alunos na exploração dos conceitos de isossista e carta de isossistas.</li> <li>– Explorar a atividade 5 da página 130 do manual e resolver e corrigir as questões propostas na página 131.</li> </ul>
<b>Recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quadro.</li> <li>• Manual.</li> <li>• Computador.</li> <li>• Projetor.</li> <li>• Vídeo.</li> </ul>
<b>Avaliação</b>	Observação direta dos alunos: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Participação e empenho durante a concretização das atividades propostas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• os alunos mostram empenho na realização das atividades propostas;</li> </ul> </li> <li>– Interesse demonstrado na análise do vídeo.</li> <li>– Capacidade crítica e aporte de opiniões.</li> <li>– Criatividade e sentido crítico na construção de respostas.</li> <li>– Durante a mobilização de saberes, os alunos conseguem:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• utilizar a escala de Richter na classificação da magnitude de um sismo;</li> <li>• utilizar a Escala Macrossísmica Europeia na classificação da intensidade sísmica;</li> <li>• interpretar uma carta de isossistas.</li> </ul> </li> </ul>

## Plano de aula nº 6

**Aula(s) nº 6**      **Ano:** 7º ano      **Turma:** A

**Data:** 20/04/2016

**Sala:** 32    **Horário:** 8:25-9:15

**Tempo:** 50 minutos

**Docente (estagiária):** Micaela Gomes Prior.

<b>Domínio/Tema:</b> Terra em Transformação	
<b>Subdomínio/Capítulo:</b> Consequências da dinâmica interna da Terra	
<b>Meta(s)</b>	<b>11. Compreender a atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra</b>
<b>Descritores</b>	11.9. Descrever medidas de proteção de bens e de pessoas, antes, durante e após a ocorrência de um sismo.
<b>Sumário</b>	Medidas a tomar antes, durante e após a ocorrência de um sismo. Atividade prática: “Importância das construções antissísmicas”.
<b>Conceitos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intensidade sísmica</li> <li>Sismo</li> <li>Prevenção</li> <li>Subsidência</li> </ul>
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reconhecer medidas a tomar, antes, durante e após a ocorrência de um sismo.</li> <li>➤ Reconhecer a importância do cumprimento das normas gerais de segurança em caso de sismo.</li> <li>➤ Promover o debate e a discussão de ideias.</li> <li>➤ Compreender a importância das construções antissísmicas como medida para minimizar os efeitos de um sismo.</li> </ul>
<b>Questões</b>	<p>Que medidas de proteção podem ser tomadas antes, durante e após a ocorrência de um sismo?</p> <p>Qual a importância das construções antissísmicas na minimização do risco sísmico?</p>
<b>Atividades/Estratégias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Colocar ao grupo-turma a seguinte questão problema: Que medidas de proteção podem ser tomadas antes, durante e após a ocorrência de um sismo?</li> <li>Explorar o Doc. 1 da atividade 7 da página 136 do manual e resolver e corrigir as questões referentes a esse documento, presentes na página 137.</li> <li>Explorar o Doc. 2 da página 137, da atividade 7, do manual e resolver e corrigir as questões referentes a esse documento.</li> <li>Dividir a turma em dois grupos e explorar os modelos didáticos referentes a construções antissísmicas.</li> <li>Grupo nº 1: <ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar o modelo didático construído com uma garrafa e um pêndulo de ferro, em oposição a uma garrafa sem o referido pêndulo;</li> </ul> </li> <li>Simular vibrações sísmicas, registar as observações efetuadas e tirar conclusões: <ul style="list-style-type: none"> <li>o peso no interior da garrafa compensa as oscilações do edifício e impede que a garrafa/edifício caia;</li> <li>a garrafa que não contem o peso, vibra de acordo com a propagação das ondas sísmicas e cai.</li> </ul> </li> <li>Grupo nº 2: <ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar o modelo didático de construção antissísmica, constituído por dois modelos de prédios: <ul style="list-style-type: none"> <li>modelo de edifício com vários andares e que apresenta na sua construção</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

	<p>paredes com elásticos em cruzado e molas de suspensão na base;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• modelo de edifício sem adereços de construção antissísmica.</li> </ul> <p>– Na parte superior de cada modelo/edifício encontram-se dois recipientes com água corada.</p> <p>– Simular vibrações sísmicas, registar as observações efetuadas e tirar conclusões:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observar o pouco movimento da água corada no edifício com construção antissísmica. As paredes com amortecedores/elásticos impedem que o prédio entre em ressonância durante o sismo e os amortecedores/molas na base absorvem as vibrações.</li> </ul>
<b>Recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quadro.</li> <li>• Modelos de edifícios com e sem construção antissísmica.</li> <li>• Manual.</li> </ul>
<b>Avaliação</b>	<p>Observação direta dos alunos:</p> <p>– Interesse e empenho durante a concretização das atividades propostas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Os alunos realizam uma análise crítica aos diferentes modelos utilizados;</li> <li>• Os alunos registam as observações efetuadas;</li> <li>• Os alunos apresentam conclusões após a realização das atividades.</li> </ul> <p>– Durante a mobilização de saberes, os alunos conseguem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar as medidas de prevenção a tomar, antes, durante e após a ocorrência de um sismo;</li> <li>• reconhecer diferentes métodos utilizados na construção antissísmica;</li> <li>• compreender a importância das construções antissísmicas.</li> </ul>

## Planos de aula nº 7 e nº 8

Aula(s) nº 7 e nº 8    Ano: 7º ano    Turma: A

Data: 26/04/2016

Sala: 22    Horário: 10:30-12:20

Tempo: 100 minutos

Docente (estagiária): Micaela Gomes Prior.

<b>Domínio/Tema:</b> Terra em Transformação
<b>Subdomínio/Capítulo:</b> Consequências da dinâmica interna da Terra

<b>Meta(s)</b>	<b>11. Compreender a atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra</b>	
<b>Descritores</b>	<p>11.6. Identificar o risco sísmico de Portugal e da região onde a escola se localiza.</p> <p>11.8. Indicar os riscos associados à ocorrência de um sismo.</p> <p>11.10. Reconhecer a importância da ciência e da tecnologia na previsão sísmica.</p> <p>11.11. Relacionar a distribuição dos sismos e dos vulcões na Terra com os diferentes limites de placas tectónicas.</p>	
<b>Sumário</b>	<p>O risco sísmico.</p> <p>Relação entre a distribuição dos sismos e dos vulcões com os limites de placas tectónicas.</p>	
<b>Conceitos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Risco sísmico</li> <li>• Subsidência</li> <li>• Tsunami</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liquefação</li> <li>• Sismo Interplaca</li> <li>• Sismo Intraplaca</li> </ul>

<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Compreender o conceito de risco sísmico.</li> <li>➤ Reconhecer a importância da elaboração de cartas de isossistas na minimização do risco sísmico.</li> <li>➤ Identificar os principais fatores que condicionam o risco sísmico de uma região.</li> <li>➤ Relacionar a distribuição dos sismos e dos vulcões com os limites de placas tectónicas.</li> </ul>
<b>Questões</b>	<p>Como se designam as vibrações sísmicas que antecedem um grande sismo?</p> <p>Como se designam as vibrações sísmicas que ocorrem após a ocorrência de um grande sismo?</p> <p>Que tipos de riscos estão associados à ocorrência de um sismo?</p> <p>Todas as zonas apresentam o mesmo tipo de risco sísmico?</p> <p>Que fatores têm influência no risco sísmico?</p> <p>Como se forma um Tsunami?</p> <p>Qual a importância das construções antissísmicas na minimização do risco sísmico?</p> <p>Qual a importância da elaboração de cartas de isossistas na minimização do risco sísmico?</p> <p>Como se relaciona a distribuição dos sismos e dos vulcões com os limites de placas tectónicas?</p> <p>Porque é que tanto os vulcões como os sismos existem em maior quantidade nos limites das placas tectónicas?</p>
<b>Atividades/ Estratégias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Resolução da ficha de trabalho: “Interpretação de uma carta de isossistas”.</li> <li>– Interpretação de imagens presentes no site: <a href="https://www.ipma.pt/pt/geofisica/sismicidade/">https://www.ipma.pt/pt/geofisica/sismicidade/</a>, relativas à atividade sísmica em Portugal.</li> <li>– Questionamento dos alunos, a partir da análise de uma imagem referente à distribuição dos epicentros de sismos registados num período de 24 horas, na zona de enquadramento tectónico em que se encontra Portugal.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Onde é que se localiza a maior parte dos epicentros, identificados pelos pontos presentes no mapa?</li> <li>• Qual a razão deste facto?</li> </ul> </li> <li>– Exploração de um mapa com as principais falhas ativas em Portugal Continental, e das figuras presentes nas páginas 131, 132 e 133, do manual. Pretende-se que os alunos estabeleçam a relação entre o contexto tectónico em que se encontra Portugal e o risco sísmico.</li> <li>– Identificar as zonas de maior risco sísmico em Portugal.</li> <li>– Exploração de diferentes imagens, em PowerPoint, relacionadas com o risco sísmico (destruição de habitações, tsunamis, mortalidade, corte das vias de comunicação).</li> <li>– Exploração e resolução da atividade 6: “Quais são os riscos associados à ocorrência de um sismo?”, da página 134 do manual.</li> <li>– Explorar, questionando os alunos, os fatores que condicionam o risco sísmico de região para região.</li> <li>– Elaboração de esquemas no quadro, referentes a situações de risco sísmico.</li> <li>– Explorar as imagens do site: <a href="http://www.pbslearningmedia.org/resource/ess05.sci.ess.earthsys.tectonic/tectonic-plates-earthquakes-andvolcanoes/">http://www.pbslearningmedia.org/resource/ess05.sci.ess.earthsys.tectonic/tectonic-plates-earthquakes-andvolcanoes/</a>, referentes à relação entre os limites de placas tectónicas e a distribuição dos sismos e vulcões a nível geográfico.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Como se relaciona a distribuição dos sismos e dos vulcões com os limites de</li> </ul> </li> </ul>

	<p>placas tectónicas?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Porque é que tanto os vulcões como os sismos existem em maior quantidade nos limites das placas tectónicas?</li> </ul> <p>– Realização da atividade número 8, da página 138 do manual.</p> <p>– Realização da ficha formativa da página 143 do manual.</p>
<b>Recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quadro.</li> <li>• Projetor.</li> <li>• Vídeo.</li> </ul>
<b>Avaliação</b>	<p>Observação direta dos alunos:</p> <p>– Interesse e empenho durante a concretização das atividades propostas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• os alunos demonstram realizar o trabalho de casa e a sua correção de forma organizada e interessada;</li> <li>• os alunos revelam ter compreendido os conceitos abordados e aplicam-nos dentro do contexto;</li> <li>• os alunos participam ativamente em sala de aula;</li> <li>• os alunos revelam sentido crítico na construção das suas respostas.</li> </ul> <p>– Durante a mobilização de saberes, os alunos conseguem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definir risco sísmico;</li> <li>• identificar diferentes fatores que condicionam o risco sísmico numa região;</li> <li>• compreender a importância da elaboração de cartas de isossistas na minimização do risco sísmico;</li> <li>• identificar em Portugal as zonas que apresentam maior risco sísmico;</li> <li>• relacionar a existência de falhas ativas com a existência de sismos em Portugal continental;</li> <li>• relacionar a distribuição geográfica dos sismos e dos vulcões com a existência de limites de placas tectónicas.</li> </ul>

## Plano de aula nº 9

**Aula(s) nº 9**      **Ano:** 7º ano      **Turma:** A

**Data:** 27/04/2016

**Sala:** 32    **Horário:** 9:25-10:15

**Tempo:** 50 minutos

**Docente (estagiária):** Micaela Gomes Prior.

<b>Domínio/Tema:</b> Terra em Transformação
<b>Subdomínio/Capítulo:</b> Consequências da dinâmica interna da Terra

<b>Meta(s)</b>	<b>11. Compreender a atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra</b>
<b>Descritores</b>	11.8. Indicar os riscos associados à ocorrência de um sismo.
<b>Sumário</b>	Atividade prática em ABRP: “Mica e Nico e os sismos”. Realização da ficha de diagnóstico dada na primeira aula.
<b>Conceitos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Risco sísmico</li> <li>• Liquefação</li> <li>• Subsidência</li> <li>• Sismo</li> <li>• Tsunami</li> <li>• Intensidade sísmica</li> <li>• Ecossistema</li> <li>• Magnitude sísmica</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolução</li> <li>• Biodiversidade</li> </ul>
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Compreender a existência de diferentes fatores que têm influência na intensidade sísmica.</li> <li>➤ Relacionar a litologia com a intensidade sísmica.</li> <li>➤ Compreender de que modo a atividade sísmica pode afetar a dinâmica de um ecossistema.</li> </ul>
<b>Questões</b>	<p>Que fatores podem influenciar a intensidade sísmica?</p> <p>Qual é a influência da litologia na intensidade sísmica?</p> <p>Durante a ocorrência de um sismo de magnitude 7 em Portugal, será que dois locais, à mesma distância do epicentro irão apresentar obrigatoriamente as mesmas consequências?</p> <p>De que modo a atividade sísmica pode afetar a dinâmica de um ecossistema?</p>
<b>Atividades/ Estratégias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Apresentação do cenário ABRP: “A influência da litologia na intensidade sísmica”, a partir do vídeo: “Mica e Nico e os sismos”, realizado pela professora Micaela.</li> <li>– Questionamento dos alunos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que fatores podem influenciar a intensidade sísmica?</li> <li>• De que modo a atividade sísmica pode afetar a dinâmica de um ecossistema?</li> <li>• Durante a ocorrência de um sismo de magnitude 7 em Portugal, será que dois locais à mesma distância do epicentro irão apresentar obrigatoriamente as mesmas consequências?</li> </ul> </li> <li>– Realização de uma atividade laboratorial, utilizando um modelo didático, de modo a estudar a influência da litologia na intensidade sísmica.</li> <li>– O modelo didático contém três cenários, nos quais se encontram as construções assentes sobre três tipos diferentes de litologia: areia seca, areia saturada em água e granito.</li> <li>– Simular as vibrações sísmicas, através da vibração do modelo.</li> <li>– Os alunos devem observar e registar os resultados.</li> <li>– Construção com os alunos da resposta à questão-problema: Durante a ocorrência de um sismo de magnitude 7 em Portugal, será que dois locais à mesma distância do epicentro irão apresentar obrigatoriamente as mesmas consequências?</li> <li>– Recurso a um modelo número 2, para simulação do efeito do nível da consolidação de solo na intensidade sísmica.</li> <li>– Foram utilizadas duas garrafas de 0,5 L, recortadas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• na garrafa nº 1 foi colocada apenas areia, para representar um solo não consolidado, e uma moeda, para representar uma construção;</li> <li>• na garrafa nº 2 foi colocada areia misturada com gesso e água, para representar um solo consolidado, e uma moeda, para representar uma construção.</li> </ul> </li> <li>– Para simular as vibrações sísmicas, recorre-se à vibração das garrafas de plástico, onde as moedas se encontram inseridas.</li> <li>– Os alunos devem observar e registar os resultados.</li> <li>– No final, os alunos deverão concluir que a intensidade sísmica é superior no solo não consolidado, presente na garrafa nº1, já que a moeda fica soterrada pela areia.</li> <li>– Utilizar um terceiro modelo, contendo areia seca e construções em legos, de modo a explorar o conceito de subsidência.</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Apresentação de um cenário sobre a influência da atividade sísmica na evolução biológica.</li> <li>– Resolução da ficha de diagnóstico fornecida na primeira aula, como ficha formativa.</li> </ul>
<b>Recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quadro.</li> <li>• Projetor.</li> <li>• Atividade de monitorização (ABRP).</li> <li>• Cenário ABRP em vídeo.</li> <li>• Modelo didático representativo da influência da litologia na intensidade sísmica.</li> <li>• Ficha de avaliação formativa.</li> <li>• Construções em lego.</li> <li>• Areia seca.</li> <li>• Areia Húmida.</li> <li>• Granito.</li> <li>• Tabuleiros.</li> <li>• Esferovite.</li> <li>• Garrafão de plástico.</li> <li>• Folha de papel.</li> <li>• Garrafas de plástico.</li> <li>• Moedas.</li> </ul>
<b>Avaliação</b>	<p>Observação direta dos alunos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Interesse e empenho durante a concretização das atividades propostas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• os alunos utilizam os conhecimentos adquiridos e aplicam-nos de modo crítico;</li> <li>• os alunos participam ativamente em sala de aula;</li> <li>• os alunos pesquisam informação para resposta à questão problema;</li> <li>• os alunos recorrem ao raciocínio indutivo, dedutivo e crítico na seleção dos elementos-chave;</li> <li>• os alunos revelam autonomia na construção das suas respostas;</li> <li>• os alunos realizam aprendizagens significativas.</li> </ul> </li> <li>– Durante a mobilização de saberes, os alunos conseguem: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar as causas de um sismo;</li> <li>• definir epicentro, hipocentro, magnitude e intensidade sísmica;</li> <li>• compreender que existem diferentes fatores que exercem influência na intensidade sísmica;</li> <li>• resolver a questão-problema relacionando a influência da litologia na intensidade sísmica;</li> <li>• compreender o conceito de subsidência;</li> <li>• compreender de que modo a atividade sísmica pode afetar a dinâmica de um ecossistema.</li> </ul> </li> <li>– Avaliação formativa.</li> </ul>

## **Anexo IV**

PowerPoint: “Os sismos”

Diapositivo 1

Mestrado em Ensino da Biologia e da Geologia do 3º Ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário

Ano Letivo 2015/2016

**Ciências Naturais 7º ano**

**“A atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra”**

Micaela Gomes Prior

Diapositivo 2

“A atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra”



Diapositivo 3




Diapositivo 4

PORTO

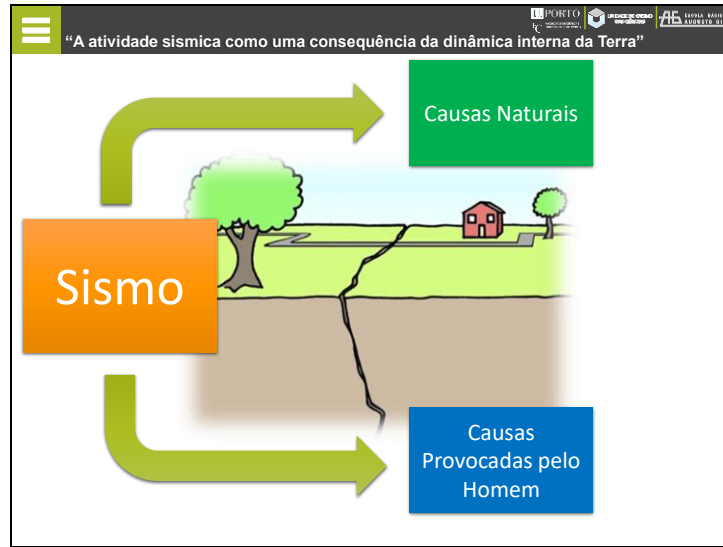
"A atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra"

## O que é um sismo?

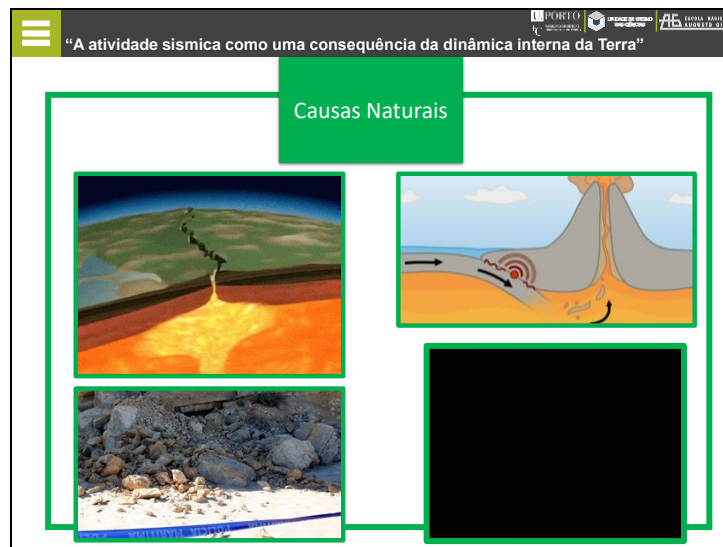


É um movimento vibratório brusco da superfície terrestre, provocado pela **libertação repentina** de energia que foi lentamente acumulada num determinado ponto da crosta ou manto superior

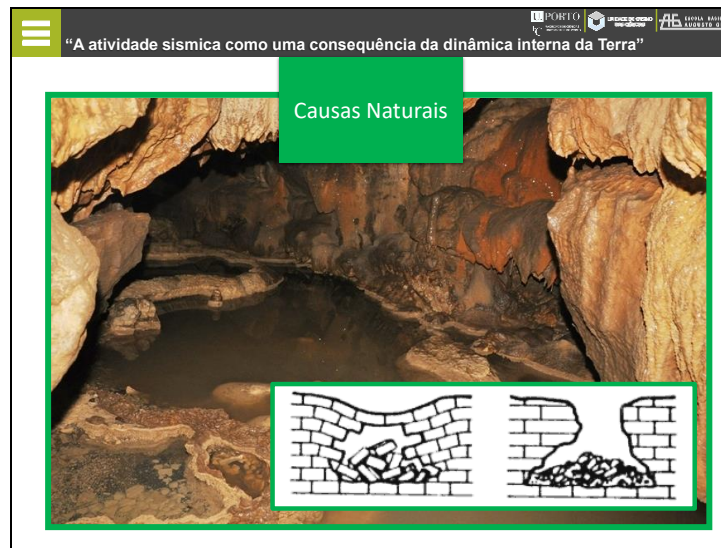
Diapositivo 5



Diapositivo 6



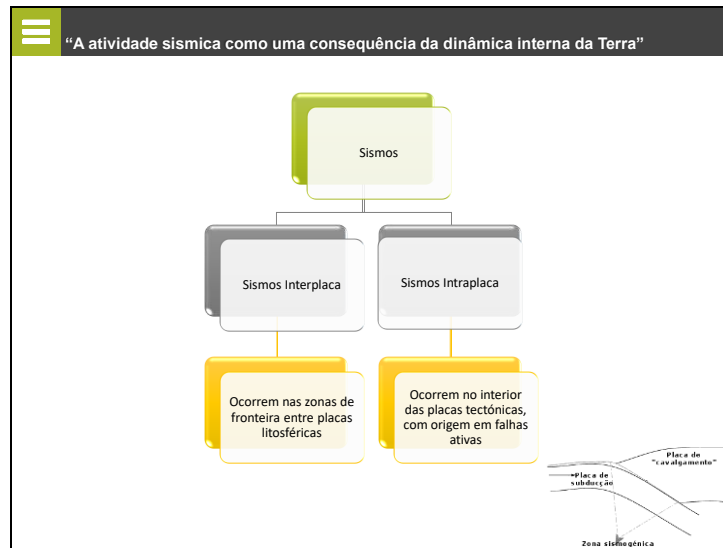
Diapositivo 7



Diapositivo 8



Diapositivo 9



Diapositivo 10




## Diapositivo 11

PORTO UNIVERSIDADE DE PORTO

**"A atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra"**

**Sismos Interplacas- Correspondem a 95% da sismicidade no Globo Terrestre**

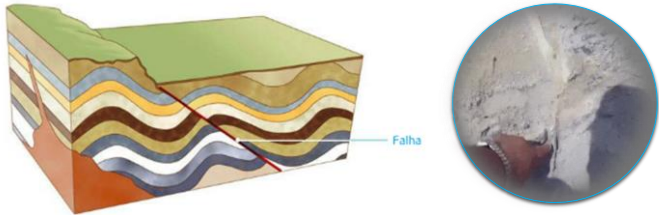


## Diapositivo 12

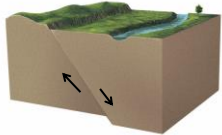
PORTO UNIVERSIDADE DE PORTO

**Mestrado em Ensino da Biologia e da Geologia do 3º Ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário**

**Sismos Intraplacas- Correspondem a 5% da sismicidade no Globo Terrestre**



As falhas correspondem a descontinuidades morfológicas da litosfera, onde ocorrem, ou poderão vir a ocorrer, libertações de elevadas quantidades de energia de deformação.



**Classificação quanto à atividade**

- Falha ativa
- Falha inativa



Diapositivo 13



Diapositivo 14



Diapositivo 15

“A atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra”

epicentro

foco sísmico ou hipocentro

propagação de ondas sísmicas

O ponto na superfície da Terra localizada diretamente acima do foco sísmico é, geralmente, sentido com maior intensidade.

9/9

Diapositivo 16

“A atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra”

epicentro

distância focal.

foco sísmico ou hipocentro

A distância entre o hipocentro e o epicentro é conhecido como a distância focal.

## Diapositivo 17

“A atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra”

Um sismo forte pode ser precedido de **abalos premonitórios**, mais fracos.

Do mesmo modo, a um sismo podem seguir-se pequenos abalos, as **réplicas**, fruto de reajustamentos na zona da falha que lhe deu origem.


6/9

## Diapositivo 18

“A atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra”

- **Ondas Sísmicas**

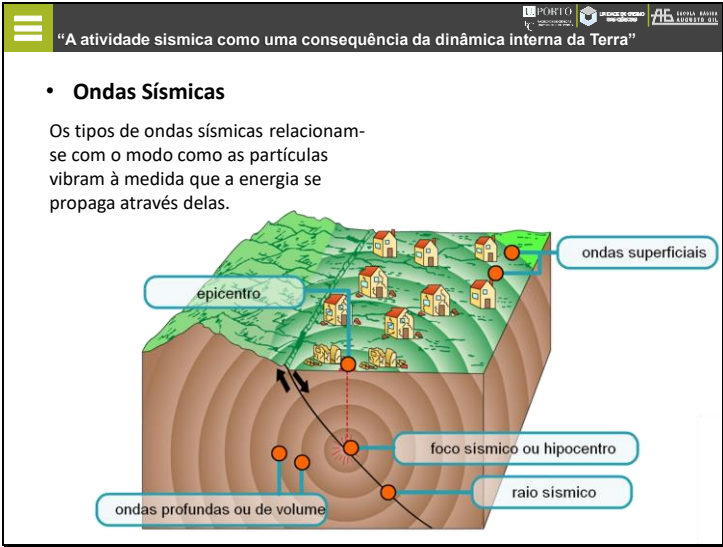
As **ondas sísmicas** são ondas elásticas produzidas por um sismo e propagam-se em todas as direções e sentidos, a partir do foco.



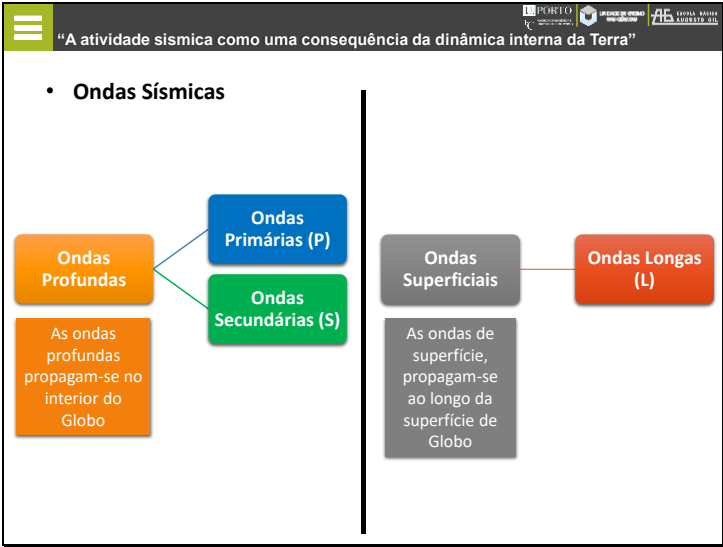
O diagrama mostra uma falha geológica onde uma massa de rocha (à esquerda, com textura cinzenta) se desloca para cima em relação a outra (à direita, com textura amarela). Ondas sísmicas, representadas por linhas vermelhas onduladas, estão a propagar-se a partir do ponto de ruptura da falha. O fundo da imagem mostra uma paisagem com montanhas e um céu azul.

A **vibração das rochas** consiste no movimento alternado das suas partículas em relação ao ponto de equilíbrio.

Diapositivo 19



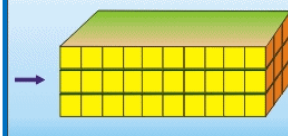
Diapositivo 20



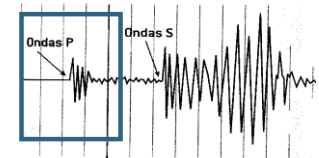
Diapositivo 21

**Ondas Profundas** — **Ondas Primárias (P)**

**ONDAS P**



- São ondas longitudinais de compressão.
- São as de maior velocidade.
- Provocam a contração e expansão das rochas numa direção paralela à propagação da onda.

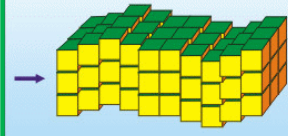


- Provocam a alteração do volume do material.
- São ondas de pequena amplitude e propagam-se em todos os meios sólidos, líquidos e gasosos.

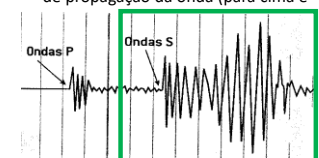
Diapositivo 22

**Ondas Profundas** — **Ondas Secundárias (S)**

**ONDAS S**



- Propagam-se com menor velocidade do que as ondas P.
- São as segundas a serem registadas nas estações sismográficas.
- As partículas dos materiais rochosos vibram perpendicularmente à direção de propagação da onda (para cima e para baixo).



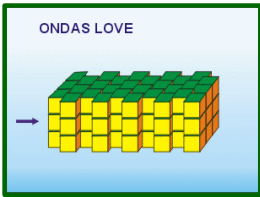
- Provocam a alteração da forma dos materiais.
- Não provocam alteração do volume dos materiais.
- São de baixa amplitude e propagam-se apenas em meios sólidos.

## Diapositivo 23

**“A atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra”**

**Ondas Superficiais**

**ONDAS LOVE**

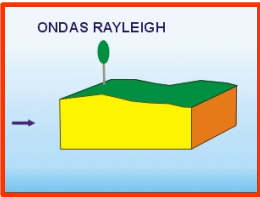


**As ondas de Love**

- Fazem vibrar as partículas dos materiais rochosos horizontalmente segundo movimentos de torção.
- Resultam da interferência com as ondas do tipo S
- Propagam-se apenas em meios sólidos.

**Ondas Longas (L)**

**ONDAS RAYLEIGH**



**As ondas de Rayleigh**

- Fazem vibrar as partículas dos materiais rochosos segundo um movimento elíptico num plano perpendicular à direção de propagação, provocando no solo ondulações semelhantes às ondas marinhas.
- Resultam da interferência entre as ondas P e S e propagam-se em meios sólidos e líquidos.

## Diapositivo 24

**“A atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra”**

• **Deteção e registo dos sismos**

As vibrações sísmicas do solo num dado local podem ser registadas detalhadamente, sob a forma de sismogramas, em instrumentos denominados sismógrafos. Uma estação sismográfica deve ter três sismógrafos diferentes: um que regista os movimentos verticais e outros dois que registam os movimentos horizontais

**Sismógrafo que regista os movimentos horizontais do solo**



**Sismógrafo que regista os movimentos verticais do solo**







## Diapositivo 27

## "A atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra"

Diapositivo 28

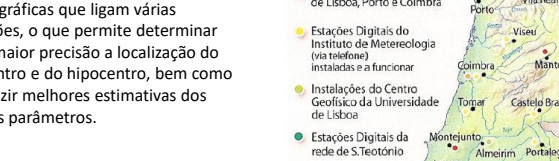


## “A atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra”



### Deteção e registo dos sismos

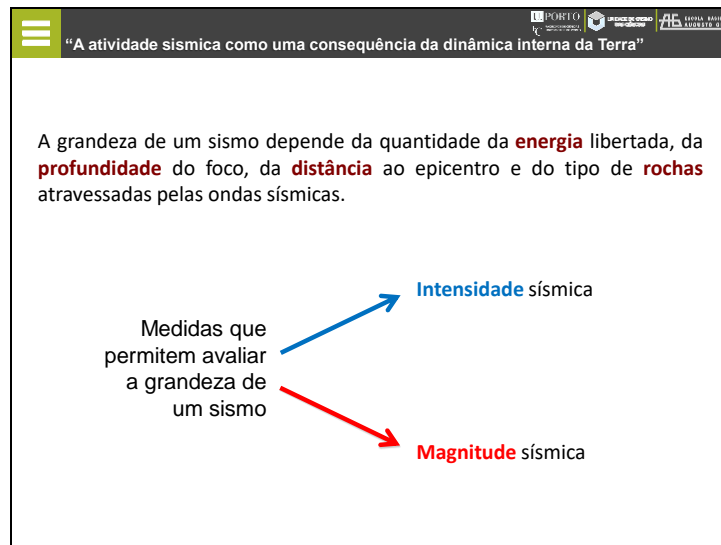
Atualmente utilizam-se redes sísmográficas que ligam várias estações, o que permite determinar com maior precisão a localização do epicentro e do hipocentro, bem como produzir melhores estimativas dos outros parâmetros.



- Estações Analógicas do Instituto de Meteorologia instaladas e a funcionar
- Estações das Universidades de Lisboa, Porto e Coimbra
- Estações Digitais do Instituto de Meteorologia (via telefone) instaladas e a funcionar
- Instalações do Centro Geofísico da Universidade de Lisboa
- Estações Digitais da rede de S.Teotónio
- Estações da Transfrontier



Diapositivo 29



Diapositivo 30




## Diapositivo 31

**"A atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra"**


**Intensidade Sísmica**

A **intensidade sísmica** é um parâmetro que permite avaliar as vibrações sísmicas sentidas num certo local tendo em conta os efeitos produzidos em pessoas, objetos e estruturas.



É um parâmetro:

- subjectivo;
- depende da precisão da observação do observador;
- representado em numeração romana de acordo com uma escala de intensidades;
- determinada pelo preenchimento de um questionário padrão distribuído pelas entidades oficiais.




## Diapositivo 32

**"A atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra"**

**Cartas de isossistas**

Após a determinação da intensidade sísmica de um sismo num número significativo de locais da região onde foi sentido, e localizado o **epicentro**, pode-se traçar num mapa da região, **linhas curvas à volta do epicentro** de forma a **unir os pontos de igual intensidade sísmica**.

Carta de intensidades máximas



Estas linhas que delimitam domínios de igual intensidade sísmica denominam-se por **isossistas** e é através delas que se obtêm as cartas de isossistas.

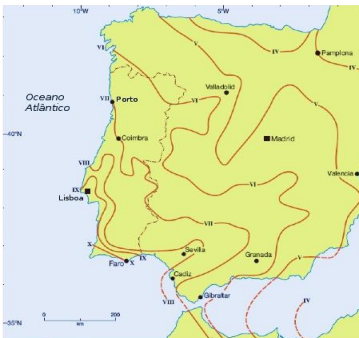
## Diapositivo 33

**“A atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra”**

### Cartas de isossistas

Mediante a análise dos relatos de testemunhas e dos danos causados, podemos determinar a intensidade verificada em cada local e traçar **cartas de isossistas**.

As **isossistas** são linhas que unem pontos do terreno onde o sismo ocorreu com a mesma intensidade.



## Diapositivo 34

**“A atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra”**

### Intensidade Sísmica

A intensidade atribuída à maior parte dos sismos históricos e aos sismos que ocorreram durante o **século XX** foi efetuada na Escala Modificada de Intensidades de Mercalli (MMI), de natureza qualitativa, constituída por **12 graus**.

I. Imperceptível.
II. Muito fraco.
III. Fraco.
IV. Moderado.
V. Forte.
VI. Bastante forte.
VII. Muito forte.
VIII. Ruinoso.
IX. Desastroso.
X. Destruidor.
XI. Catastrófico.
XII. Danos quase totais.

**Epicentro do sismo de 1755 (estimativa)**

• **Sismo de Lisboa de 1755**




Diapositivo 35

“A atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra”

Escala Macrossísmica Europeia

Atualmente utiliza-se a **Escala Macrossísmica Europeia** para avaliar o grau de intensidade a atribuir em cada local.

Existem três factores que contribuem para definir a intensidade de um dado local:

- a magnitude do sismo;
- a proximidade do foco;
- as características litológicas regionais;

I Não sentido

II Escassamente sentido

III Fraco

IV Amplemente observado

V Forte

VI Ligeiramente danificante

VII Danificante

VIII Muito danificante

IX Destrutivo

X Muito destrutivo

XI Devastador

XII Completamente devastador

Diapositivo 36

Escala Macrossísmica Europeia

I Não sentido

II Escassamente sentido

III Fraco

IV Amplemente observado

V Forte

VI Ligeiramente danificante

Diapositivo 37



Diapositivo 38





Diapositivo 41

PORTO

UNIVERSIDADE DE PORTO

7º ANO

ÁREA DE CIÊNCIAS DA TERRA

"A atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra"

Tsunami

Os sismos localizados sob os oceanos podem transmitir parte da sua energia às massas de água e gerar movimentos ondulatórios em larga escala. Como consequência podem formar-se ondas gigantes, os **tsunamis**.

Diapositivo 42

PORTO

UNIVERSIDADE DE PORTO

7º ANO

ÁREA DE CIÊNCIAS DA TERRA

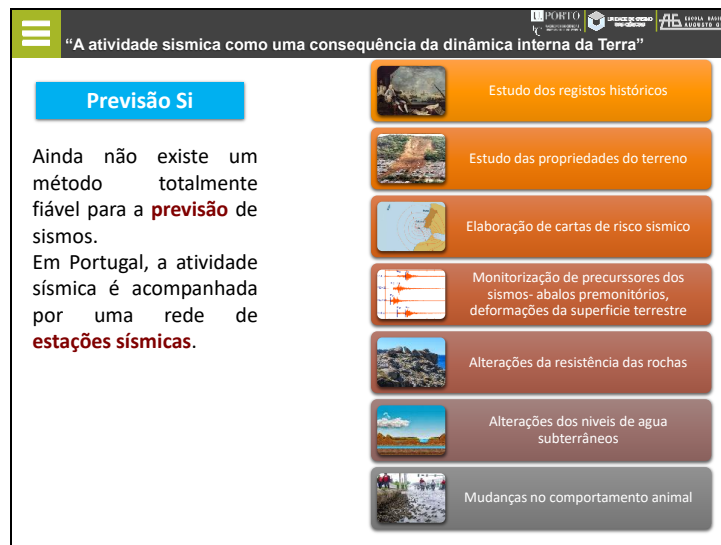
"A atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra"

Tsunami

Diapositivo 43



Diapositivo 44





Diapositivo 45



“A atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra”



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO



INSTITUTO DE FÍSICA



INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA TERRA



INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA TERRA




O perigo da atividade sísmica depende da magnitude e da intensidade do sismo bem como a densidade populacional da área em análise.

Diapositivo 46

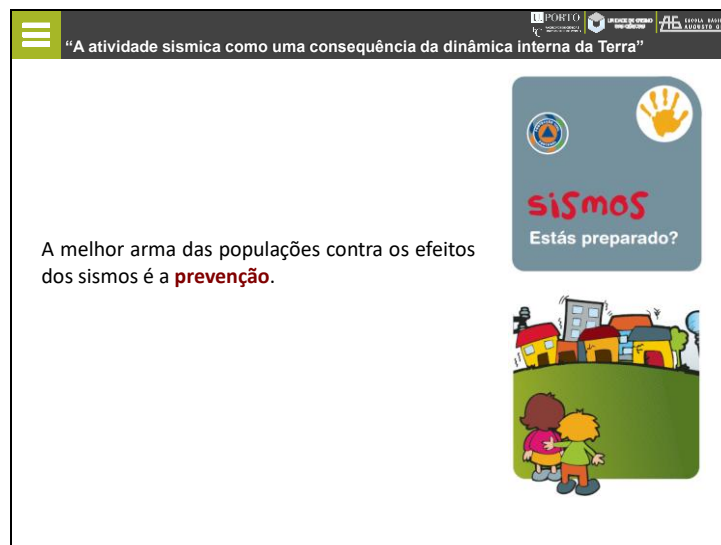
**“A atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra”**

Perigos associados à ocorrência de sismos	
Danos	Medidas de minimização de riscos
<p>Destruição da rede de água, esgotos, gás, incêndios</p> <p>Inundação/destruição das zonas costeiras na sequência de formação de tsunamis</p> <p>Elaboração de cartas de isossistas</p> <p>Formação de fendas no solo</p> <p>Identificação de zonas de risco</p> <p>Aplicação de normas de construção antisísmica</p> <p>Vítimas mortais</p>	<p>Levantamento do risco das edificações</p> <p>Identificação e monitorização das falhas ativas</p> <p>Liquefação dos solos</p> <p>Reabilitação das edificações fragilizadas ou desprotegidas</p> <p>Formação de fendas no solo</p> <p>Escorregamento de terrenos com soterramentos</p> <p>Falha de eletrificação</p>

Diapositivo 47



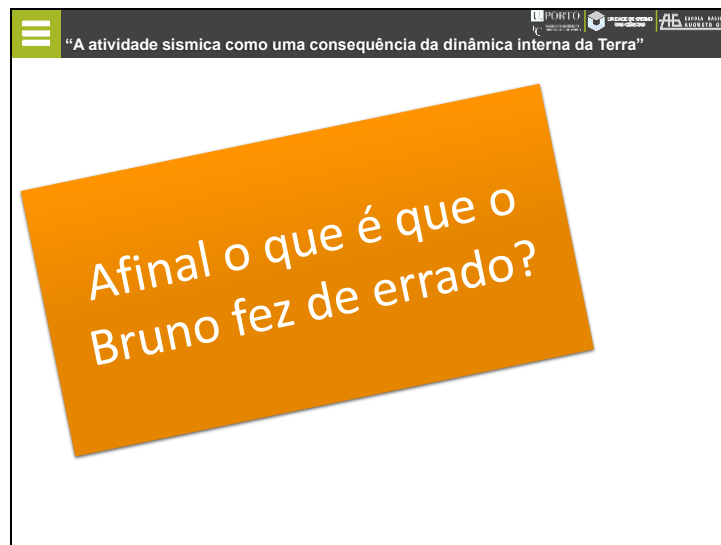
Diapositivo 48



Diapositivo 49



Diapositivo 50



Diapositivo 51



Diapositivo 52




### Diapositivo 53

Um grande sismo é precedido de pequenos sismos, sendo também seguido por outro tipo de abalos, as réplicas, que se podem prolongar por longos dias.

Antes da ocorrência de um sismo, geralmente verifica-se:

Os sismos são fenómenos que podem causar a perda de vidas humanas e de bens materiais.



## **Anexo V**

Imagens do cenário de problematização nº 1



## **Anexo VI**

V de Gowin: “Propagação de ondas sísmicas de profundidade”



**Objetivos:** Compreender o conceito de ondas sísmicas e como é que as ondas sísmicas internas se propagam.

**Teoria:** Compreender a atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra.

**Princípios:**

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

**Conceitos:**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Procedimento 1:**

1. Colocar a mola metálica em cima de uma superfície sólida.
2. Com o auxílio do colega, segurar em ambas as extremidades da mola.
3. Numa das extremidades, incutir à mola um movimento de avanço e recuo.
4. Observar o movimento da mola e registar.

**Procedimento 2:**

1. Atar a corda a uma superfície.
2. Imprimir à corda um movimento do tipo chicote.
3. Observar e registar.

**Como se distinguem as ondas sísmicas de profundidade?**

**Hipótese**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Conclusões:**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Resultados:**

**1.** Representa esquematicamente o modo como o movimento da mola se propagou:

**2.** Representa esquematicamente o modo como o movimento da corda se propagou:

**Objetivos:** Compreender o conceito de ondas sísmicas e como é que as ondas sísmicas internas se propagam.

**Como se distinguem as ondas  
sísmicas de profundidade?**

**Teoria:** Compreender a atividade sísmica como uma consequência da dinâmica interna da Terra.

**Princípios:**

Um sismo é um movimento vibratório brusco da superfície terrestre, resultante de uma súbita libertação de energia nas zonas instáveis do interior da Terra.

A libertação súbita de energia, lentamente acumulada no foco sísmico, traduz-se pela vibração das partículas rochosas que se transmite segundo superfícies concêntricas denominadas ondas sísmicas.

As ondas sísmicas podem propagar-se no interior do Globo e eventualmente atingir a superfície.

As ondas sísmicas classificam-se de acordo com o modo como as partículas oscilam em relação à direção de propagação.

**Conceitos:**

Sismo; hipocentro ou foco sísmico; epicentro; sismo interplaca; sismo intraplaca; teoria do ressalto elástico; onda sísmica, ondas sísmicas de profundidade; ondas sísmicas de superfície; placa litosférica.

**Hipótese**

As ondas sísmicas profundas distinguir-se-ão pelo modo como se propagam no interior do Globo Terrestre.

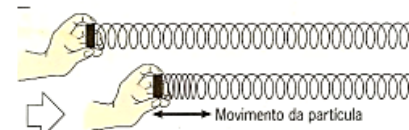
**Conclusões:**

As ondas sísmicas P e as ondas sísmicas S são ondas profundas porque se propagam no interior do Globo. As ondas P (primárias) são caracterizadas pela vibração das partículas paralelamente à direção da propagação. A propagação destas ondas produz-se por uma série de impulsos alternados de compressão e de distensão através das rochas, havendo assim variação de volume do material. Assim a passagem das ondas P provoca compressões e distensões no material. Estas ondas propagam-se em meios sólidos, líquidos e gasoso.

As ondas S (secundárias) são caracterizadas pelo movimento das partículas que vibram num plano perpendicular à direção de propagação. Assim estas ondas provocam mudança da forma do material, mas não no volume. Apenas se propagam através de corpos sólidos.

**Resultados:**

**1. Representa**  
esquemáticamente o modo  
como o movimento da mola se  
propagou:



**2. Representa**  
esquemáticamente o modo  
como o movimento da corda se  
propagou:

